

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : D01H 13/32		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/13121 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. August 1992 (06.08.92)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH92/00014 (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Januar 1992 (21.01.92) (30) Prioritätsdaten: 189/91-5 23. Januar 1991 (23.01.91) CH 1025/91-2 5. April 1991 (05.04.91) CH (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MA-SCHINENFABRIK RIETER AG [CH/CH]; Klosterstrasse 20, CH-8406 Winterthur (CH). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : BIBER, Heinz [CH/CH]; Buelstrasse 28, CH-8356 Ettenhausen (CH). MEYER, Urs, Andreas [CH/CH]; Obermattstrasse 9, CH-8153 Rümlang (CH). MEYER, Urs [CH/CH]; Hohfurstrasse 1, CH-8172 Niederglatt (CH).		(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE, DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

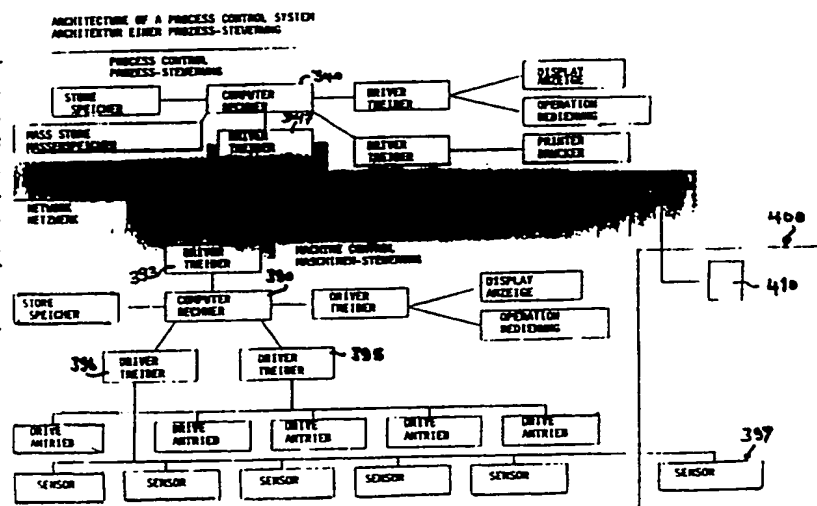
(54) Title: **PROCESS CONTROL IN THE TEXTILE FIELD**(54) Bezeichnung: **PROZESS-STEUERUNG IM TEXTILBETRIEB**

(57) Abstract

A spinning plant with a process control computer for at least one group of machines, in which each machine in the group has its own control which controls the actuating elements of the machine (the assembly of auxiliaries allocated to said machine). There is at least one network for bidirectional communication between the computer and each machine of the group. Control commands from the process control computer are taken during the operation of the plant via the network to the machine controls. Each machine control transmits the control commands on to the actuating assembly controlled by said control, the control commands being converted where necessary by the machine control into suitable control signals for the assembly.

(57) Zusammenfassung

Eine Spinnereianlage mit einem Prozessleitrechner für mindestens eine Maschinengruppe, wobei jede Maschine der Gruppe mit einer eigenen Steuerung versehen ist, welche die Aktorik der Maschine (samt allfälliger dieser Maschine zugeordneten Hilfsaggregate) steuert. Es ist mindestens ein Netzwerk für die bidirektionale Kommunikation zwischen dem Rechner und jeder Maschine der Gruppe vorgesehen. Steuerbefehle vom Prozessleitrechner werden im Betrieb der Anlage über das Netzwerk an die Maschinensteuerungen geleitet. Jede Maschinensteuerung leitet die Steuerbefehle an die von dieser Steuerung gesteuerte Aktorik weiter, wobei die Steuerbefehle wenn notwendig durch die Maschinensteuerung in für die Aktorik geeigneten Steuersignale umgewandelt werden.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Osterreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TC	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

- 1 -

Prozess-Steuerung im Textilbetrieb

Die Erfindung bezieht sich auf Prozess-Steuerungs-Systeme insbesondere für Spinnereien.

Stand der Technik

Die Idee der computergesteuerten Spinnerei schwebt seit mindestens zwanzig Jahren vor den Augen der Fachwelt - siehe zum Beispiel: US 3922642; BE 771277; BE 779591.

Die Anstrengungen in dieser Richtung haben sich in den letzten Jahren vervielfacht - zum Beispiel: DE-OS 3906508; US-PS 4563873; US-PS 4665686 und EP-PS 0410429.

Als Zwischenstufe auf dem Weg zum Prozessleitsystem erschien seit 1980 die Prozessdatenerfassung, die zum Beispiel im Artikel "Die Prozessdatenerfassung als Führungsinstrument" von W.Kistler im "Textil praxis international" vom Mai 1984 beschrieben wurde. Die Weiterentwicklung der Prozessdatenerfassung kann dann durch die folgenden Artikel verfolgt werden:

- i) "Mikroelektronik - heutige und zukünftige Einsatzgebiete in Spinnereibetrieben" von Marcel Zünd in "Melliand Textilberichte", Juni 1985,
- ii) Zellweger Uster: Conedata 100 for Quality and Productivity in Winding in Textile World, vom April 1986,
- iii) "A Quality Analysis System for OE based on an absolute detector" von Dan Claeys, im Canadian Textile Journal vom Mai 1986, wo das "Downloading" von Einstellungen für Garnreiniger vorgesehen ist.

- 2 -

Das Reutlinger Spinnerei-Kolloquium vom Dezember 1986 wurde der Informationsverarbeitung gewidmet und allgemeine Ueberlegungen für die Anwendung vom Prozessleitsystem in der Spinnerei wurden vorgelegt z.B. im Artikel "Integration der Information im Textilbetrieb - Ueberlegungen zum textilen CIM" (Dr. T. Fischer).

Anforderungen an ein Informationssystem sind dann im Artikel "Integrierte Informationsverarbeitung als Instrument der Unternehmungsführung" in Melliand Textilberichte, 11/1987, Seite 805 bis 808, aufgeführt worden und Ansätze für moderne Lösungen sind im Artikel "Integration und Vernetzungsmöglichkeiten in der textilen Fertigung durch CIM" auf den Seiten 809 bis 814 der gleichen Zeitschrift zu finden.

Als Stand der Technik im Januar 1991 kann das BARCO CIM System aufgeführt werden. Dieses System ist in der Veröffentlichung "CIM in Spinning" der Fa. Barco Automation Inc. Charlotte, NC, USA dargelegt worden. Es sieht eine "Dateneinheit" (Maschinenterminal) pro Maschine vor, wobei der Prozessleitreehner (die Zentrale) mit den Dateneinheiten der Maschinen Signale austauscht. Die Dateneinheit (mit ihren Anzeigen) dient auch als Bedienerunterstützung. Obwohl die vorerwähnte Veröffentlichung die bidirektionale Kommunikation erwähnt, ist das System offensichtlich primär noch auf die Datenerfassung auf der Maschine und Weiterleitung an die Zentrale eingerichtet. Eine Verbindung mit der Maschinensteuerung ist weder gezeigt noch angedeutet. Solche Dateneinheiten lassen sich in einem einzigen Netzwerk integrieren, was die System-Architektur vereinfacht - allenfalls auf Kosten der System-Flexibilität und der Reaktionsgeschwindigkeit. Ausserdem, da keine echte zentrale Steuerung vorgesehen ist, wird nichts unternommen, um die mit dem Netzwerk verbundenen Maschine vor den Auswirkungen eines Netzwerkdefektes

- 3 -

bzw. Ausfalls zu schützen. Eine Weiterentwicklung dieses Systems ist im Artikel "Fadenbruchdetektor für Ringspinnmaschinen" in Melliand Textilberichte vom September 1991 (ITMA Ausgabe) aufgeführt.

Prozessleitsysteme gehören heute in gewissen Industrien zum lang eingeführten Stand der Technik. Es fragt sich, wieso diese "bekannten Prinzipien" nicht ohne weiteres im Textilebetrieb realisieren lassen sondern nur mühsam, schrittweise zur Anwendung kommen. Die Antwort liegt zum Teil in der Tatsache, dass ein Prozessleitsystem nur schwer einen Maschinenkomplex (wie z.B. einen Spinnereibetrieb) "auferlegt" werden kann. Prozessleitsysteme lassen sich relativ leicht einführen, wo die Informatik und die Prozesstechnologie gleichzeitig entwickelt werden. Dies ist z.B. im Bereich der Chemiefaseraufbereitung (Filamentspinnerei) eher der Fall, so dass schon in Dornbirn Konferenz des Jahres 1981 die Einführung von Prozessleitsystemen in die Filamentspinnerei vorgesehen werden konnten (Vortrag von K. Ibounig - "Wandel der Prozessleittechnik durch die Mikroelektronik").

Die Technologie der Kurz- und Langstapelfaserspinnereien bzw. die Gestaltung der Maschinen dieser Spinnereien lassen sich nicht schnell ändern. Die Informatik muss sich hier an einen langsameren Entwicklungsgang des Prozesses selber anpassen. Ein realisierbarer Vorschlag für ein Prozessleitsystem in einem Spinnereibetrieb muss die Gegebenheiten des Spinnereibetriebes berücksichtigen. Die für das Prozessleitsystem zutreffenden Aspekte werden daher kurz aufgeführt.

Informatik/Prozesstechnologie (Automatisierung)

Die Informatik in der Spinnereianlage steht im Gesamtrahmen der Automatisierung. Ihr Zweck ist letztlich eine bessere Beherrschung der Garnproduktion. Massstab sind die

- 4 -

Produktionskosten. Die Randbedingungen werden vom Rohmaterial-Markt, von den lokalen betrieblichen Gegebenheiten und von den Garnabnehmern bestimmt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Verhältnisse in der Kurzstapel-Spinnerei. Als Beispiel dient das Ringspinnen eines Garnes aus gekämmter Baumwolle. Die Erfindung ist aber in anderen Spinnereien und zur Herstellung von anderen Endprodukten anwendbar.

Der Spinnprozess umfasst die Umwandlung eines Naturproduktes mit nur begrenzt vorhersehbaren Eigenschaften in ein genau spezifiziertes Zwischenerzeugnis (Garn). Durch die Aufteilung in eine Reihe verschiedener Stufen ist die Garnherstellung darüber hinaus prozesstechnisch besonders anspruchsvoll.

Wie die Fig. 1 zeigt, ist die Wertschöpfung auf die einzelnen Prozessstufen der Spinnerei ungleich verteilt: In der Putzerei und der Karderie steht die Reinigungswirkung im Vordergrund, welche in erster Linie einen grossen Einfluss auf das Laufverhalten im abschliessenden Verspinnen der Fasern hat. Massgebend für die Eigenschaften des fertigen Garnes sind die darauf folgende Prozessschritte Kämmerei und Strecken, da sie dem Veredeln des Rohstoffes und dem Vergleichmässigen des Faserverbandes dienen. Diese Abschnitte der Produktion stellen in der heutigen Spinnerei nur einen beschränkten Teil der Wertschöpfung dar, sind aber für die Prozess-Beherrschung entscheidend. Hier beschränkt sich das Nutzen-Potential vornehmlich auf das Ausnützen von kostengünstigem Rohstoff. Im Endspinnverfahren liegt schliesslich der Grossteil der Wertschöpfung. An dieser Stelle entsteht das qualitativ genau spezifizierte Garn, und am Schluss an das Endspinnen steht die Prüfung auf "Gut" oder "Minderwertig" (oder sogar "Aussschuss").

Eine weitere Untersuchung der Wertschöpfung zeigt, dass das wesentlichste Verbesserungspotential im Personalbedarf liegt.

- 5 -

Das Ringspinnverfahren ist hier besonders exemplarisch. Fig. 2 zeigt den Personalbedarf in den verschiedenen Prozessstufen. Die Bedienung erfordert zwar keine lange Ausbildung aber eine ausgesprochen hohe Zuverlässigkeit. Ein einziges Verwechseln zweier Vorgarnspulen in der Nachtschicht genügt, um schlimmstenfalls die gesamte Produktion mehrerer Tage unbrauchbar zu machen - und dies wird unter Umständen erst beim Färben des fertigen Gewebes erkannt. Gerade ältere Anlagen verlangen besonders gewissenhaftes und aufmerksames Bedienungspersonal.

Eine ganz wesentliche Komponente in der Prozessbeherrschung ist das Hochfahren, Umstellen und Stillsetzen der Produktionslinie. Hier liegt ein besonders attraktives Ziel für die Automatisierung: das heute in Westeuropa weit verbreitete Stillsetzen der Anlage über das Wochenende bringt nicht nur kostspielige Stillstandszeiten, sondern eine ausgesprochene Unruhe in den Prozess. Jeder Stillstand einer Maschine stellt eine Störung dar und bringt nach kurzer Zeit weitere vorge-lagerte oder folgende Maschinen aus dem Produktionstakt. Das Hochfahren einer Spinnereianlage ist prozesstechnisch immer riskant. Priorität bei der Automatisierung hat deshalb nicht etwa das selbsttätige Hochfahren der Anlage, sondern das Vermeiden von Stillständen. Durch personalarme Schichten bei Nacht oder am Wochenende lässt sich das Hochfahren künftig weitgehend vermeiden.

Beherrschte Spinntechnologie und Automatisierung stehen in gegenseitiger Abhängigkeit. Nur ein gutmütiger Prozess lässt sich automatisch bewältigen. Unvorhergesehene, plötzliche Abweichungen der Fasereigenschaften stören die Produktion genau so wie technisch bedingte Stillstände einzelner Maschinen. Auch wenn die mittlere Durchlaufzeit eines Material-Elementes vom Faserballen bis zum Garn mehrere Tage dauert, sind bei manchen Prozessstufen Eingriffstakte im Mi-

- 6 -

nutzenbereich einzuhalten, um den Materialfluss aufrecht zu erhalten. Die Organisation und Führung des Spinnereibetriebes ist deshalb eng verknüpft mit dem Produktionstakt der einzelnen Maschinen.

Ursprünglich waren die Bereiche Putzerei - Karderie - Vorwerke - Endspinnen und Spulen jeweils einzelne Meistereien, prozesstechnisch getrennt durch Materialpuffer. Die Voraussetzungen dazu bestehen heute nicht mehr. Trotz stark erhöhter Produktionsrate ist die Bedienung einer ganzen Prozessstufe oder mehrerer verbundener Maschinen durch eine einzige Person heute schon durchaus üblich. Der Prozessablauf wird dadurch um so empfindlicher für Störungen, und die Personalreserve für ungeplante Eingriffe fehlt weitgehend.

Hieraus ergibt sich die Maschinenüberwachung als erstes Einsatzfeld für die Informatik-Vernetzung. Aus der Statistik der Laufzeiten und Stillstände lassen sich Schlüsse ziehen, die zu einem effizienteren Personaleinsatz führen. Die Überwachung der Qualität von Streckenband und Garn erlaubt als nächstes die Diagnose von Störungen im spinnntechnologischen Prozessablauf. Sie erleichtert damit die zeitgerechte Instandhaltung der Maschinen.

Beide Aufgaben sind heute technisch gelöst, soweit es die einzelnen Produktionsmaschinen mit ihrer individuellen Bedienung zulassen. Diese Überwachung findet aber ihre eng gesteckten Grenzen in einem Mangel an Information, bedingt durch die manuelle Abwicklung der Transporte und weiterer wichtiger Eingriffe:

- Nur die Stillstände, nicht aber deren Begründung werden automatisch erfasst. Für die Störungs-Statistik bedarf es weiterhin auf Mitwirkung des Bedieners.

- 7 -

- Der Materialfluss ist nicht kontrolliert. Das Fortpflanzen eines Fehlers lässt sich nur mit Mutmassungen verfolgen.
- Technologisch bedeutsame Eingriffe wie das Beheben von Fadenbrüchen oder das Entfernen von Wickeln werden nur indirekt erfasst, beispielsweise über die Stillstandszeit der Spinnstelle oder der Maschine.
- Schliesslich zeigt die Statistik lediglich die Vergangenheit auf. Sie lässt mannigfaltige Fehlschlüsse zu. Ein rasches Eingreifen, Voraussetzung für eine zeitgerechte Fehlerbehebung, erfordert nach wie vor die Kontrollrunde einer aufmerksamen Bedienungsperson.

Weitere Schritte in der Prozessüberwachung sind deshalb auf die Automatisierung der wichtigsten Bedienerfunktionen angewiesen. Zur Beurteilung verschiedener Informatik-Konzepte ist es wichtig, diese im Umfeld der übrigen Automatisierungsfunktionen zu betrachten.

Der wirtschaftliche Druck zur Einführung der Automatisierung entsteht vornehmlich an den Stellen des grössten Personalbedarfes. Im Vordergrund stehen hier das Fadenansetzen sowie der Transport und Austausch der Vorgarnspulen. In der Rotor-spinnerei, wo das automatische Fadenansetzen bereits zum Stand der Technik gehört, stellen der Transport der Spinnkannen im Vorwerk und das Abtransportieren der Garnspulen das künftige Schwergewicht dar.

Die hier aufgeführten Funktionen sind eine Basis für die Informatikvernetzung, welche ergänzt wird durch die heute schon realisierte Qualitäts-Erfassung an der Karde, der Strecke (z.B. nach unserer PCT Patentanmeldung mit der Int. Veröffentlichungsnummer WO 92/00409 und der Spulmaschine. Zur

- 8 -

Zeit stehen verschiedene Teile dieser Automatisierung im Stadium der Entwicklung und haben noch keinen breiten Einsatz gefunden. Gerade dies ist aber bei Konzepten für die Informatikvernetzung zu berücksichtigen. Hier würden bei zu knapper Dimensionierung der Uebertragungskapazität wertvollste Zukunftschancen verbaut.

Bei allem Einsatz von Bedienungsrobotern und Transportsystemen ist abzusehen, dass eine ganze Reihe von Bedienvorgängen vor allem im Bereich der Ausnahmesituationen und der Instandhaltung dem menschlichen Bediener vorbehalten bleiben. Die nun knappst gehaltene Bedienungskapazität muss demzufolge nach genauen Prioritäten eingesetzt werden - eine wichtige und vor allem zeitkritische Aufgabe im Bereich der Bedienerunterstützung. Die praktische Erfahrung in den Pionierbetrieben, welche einzelne Automatisierungsschritte bereits verwirklicht haben, bestätigt die entscheidende Rolle eines Alarmsystems. Der richtige Mann am richtigen Ort wird zum Kriterium für den Betrieb der Gesamtanlage. Dies lässt sich durch Kommunikation von Person zu Person nicht mehr gewährleisten, weil bereits das Suchen eines Mitarbeiters in der Anlage einen ausgedehnten Rundgang von mehreren Minuten erfordert.

Aehnlich zeitkritische Abläufe entstehen durch die Verkettung im Materialfluss. Die traditionelle Entkoppelung der einzelnen Prozessstufen durch grosse Zwischenlager entspricht nicht den Anforderungen einer flexiblen, qualitativ straff überwachten Produktionslinie. Transportautomatisierung bedeutet deshalb für die Informatik den Schritt von der Überwachung zur Steuerung bestimmter Übergabestellen und somit die direkte Einbindung in den Prozess. Ein Ausfall der Steuerungsfunktion ist unmittelbar gleichbedeutend mit einer Störung in der Produktion. Die Zuverlässigkeit der Informatik ist für den Betrieb gleich wichtig wie etwa diejenige des

- 9 -

Buchungssystems einer Fluggesellschaft: Jeder Ausfall hat innerhalb von Minuten schwere Folgen. Der Hersteller von Spinnereianlagen betrachtet das Thema Informatik-Netzwerk deshalb aus der Sicht des Gesamtprozesses und sieht darin weit mehr als eine PC-Applikation oder eine Ergänzung zur betriebsinternen Datenverarbeitung.

Fig. 3 fasst die Funktionen und die Anforderungen an die zeitlichen Fähigkeiten der Prozesssteuerung in der Spinnerei zusammen.

Konzeptuelle Aspekte der Erfindung

Grundsätzlich kann man zwei bisherige Ansatzpunkte für die Konzeption einer vernetzten Prozess-Informatik-Lösung unterscheiden:

- Das Ausweiten der Produktionsplanung und -steuerung in die Produktionslinie hinein bis zur einzelnen Prozessstufe und Maschine, gleichbedeutend mit einer Einführung der Informatik von oben nach unten.
- Das Ausgestalten der Qualitätsüberwachung mit Einbezug der Materialflussüberwachung zu einer vollen Prozessüberwachung. Dieses Vorgehen entspricht einer Weiterentwicklung der bekannten Systeme zur Betriebsdaten- und Qualitätserfassung.

Dieser Erfindung liegt ein drittes Konzept zugrunde, nämlich der Einführung neuer Spinnereimaschinen mit steuerbaren Eigenschaften für den Betrieb mit geschlossenem Regelkreis. Dazu gehört auch die Störungsbehebung durch Bedienungsroboter (Normalfall) und Bedienungspersonal (Ausnahmefall, Instandsetzung). Dieses Konzept bedeutet die Umstellung auf eine eigentliche Prozessregelung. Sie setzt einen hohen Grad der

- 10 -

Automatisierung und Prozessüberwachung voraus. Fig. 4 fasst einen entsprechenden Ueberblick der Einführung der Prozess-Informatik in der Spinnerei zusammen.

Das Konzept an und für sich ist nicht neu - Ansätze dafür findet man im Stand der Technik, der in dieser Anmeldung erwähnt ist. Das Konzept ist aber bislang in der Spinnerei nicht konsequent durchgesetzt worden.

Der Schritt in die Prozessregelung erfordert eine leistungsfähige, auch auf zukünftige Aufgaben ausgelegte Kommunikation. Die zur Zeit übliche Norm-Schnittstelle genügt für die Betriebsdatenerfassung, nicht jedoch für die Prozessführung verbundener Maschinen. Dabei liegt die Grenze der Anwendungsmöglichkeiten nicht nur in der Übertragungskapazität:

- Die Prozessregelung selbst ist auf höchste Betriebssicherheit, die damit verbundene Bedienerführung (Alarmer) dagegen auf grosse Geschwindigkeit und hohen Datendurchsatz angewiesen. Beide Funktionen des Netzwerks haben unmittelbaren Einfluss auf den Prozess-Ablauf. Da die regelmässigen Kontrollgänge des Bedieners entfallen, wird eine moderne, stark automatisierte Spinnereianlage auf ein gut ausgebautes Alarm-System absolut angewiesen sein.
- Eine umfassende Verdichtung und Auswertung der Sensordaten, etwa als Spektrogramm, lässt sich wegen der erforderlichen Rechenkapazität nicht mehr in jeder Maschinensteuerung vollziehen. Eine leistungsfähige Qualitätserfassung muss deshalb Zugriff haben auf die Rohdaten direkt ab Sensor. Eine vorherige Verdichtung durch eine lokale Auswerteeinheit macht eine künftige Erweiterung der Funktionen äusserst aufwendig. Die Übertragung von Rohdaten ist zwar nicht zeitkritisch und erträgt

- 11 -

Kompromisse in der Zuverlässigkeit, erfordert aber einen grossen Daten-Durchsatz.

- Die praktische Erfahrung mit handelsüblichen Schnittstellen zeigt, dass für die Anwendung nur noch mit einem Zehntel der theoretisch verfügbaren Übertragungsleistung gerechnet werden kann. Der Rest wird für die Selbstüberprüfung, die Steuerung des Datenverkehrs und als Reserve für Spitzenbelastungen benötigt.

Fig. 5 fasst die Anforderungen an die Datenübertragungsfähigkeiten eines Netzwerkes, das zur Erfüllung der in Fig. 3 aufgezeigten Funktionen ausgelegt ist.

Hieraus ergibt sich ein Informatik-Konzept, das auch im "Hauptproblemgebiet" (in der Endspinnstufe vom Bedienungsroboter bis zum Transportsystem, vom Flyer bis zum einzelnen Garnreiniger sämtliche für den Prozess wesentliche Maschinen, Bedienstellen und Sensoren verbinden kann. Dabei wird es voraussichtlich notwendig, das Netz zu unterteilen, um die vielen Anschluss-Stellen zu bewältigen. Vorzugsweise ist der freie Zugriff des Prozessleitrechners zu allen Schnittstellen in der Anlage, eingeschlossen die Alarmierung des Bedienungspersonals vorzusehen. Nach diesem Konzept lässt sich die Kommunikation stufenweise aufbauen und mit überschaubaren Mitteln auch erneuern. Das gemeinsame Element ist der leistungsfähige Prozessleitrechner, der mit den nötigen Schnittstellen-Treiber versehen werden muss. Die einzelnen Maschinensteuerungen müssen über vernetzbare Schnittstellen für die bidirektionale Datenübertragung verfügen und zumindest den jeweiligen Betriebszustand melden.

Die Wahl der einzelnen Schnittstellen-Protokolle ist von geringerer Bedeutung als gemeinhin angenommen wird. Eine Selbstverständlichkeit in diesen Systemen ist die serielle

- 12 -

Datenübertragung. Die mit Zweidraht-Leitungen arbeitenden Übertragungsnormen RS 232, RS 422 und RS 485 dürften für die zweite Hälfte der 90er Jahre nicht mehr genügen: Kapazität und Reichweite sind bereits heute knapp für Anlagen mit einigen Dutzend Anschluss-Stellen und Leitungslängen bis zu mehreren hundert Metern. Mit der Unterteilung in mehrere Netze entstehen trotzdem brauchbare Lösungen mit dem Vorteil der kostengünstigen Verkabelung. Eine zukunftssichere Investition ist die Vernetzung mit Koaxialkabel, wie sie in der kommerziellen EDV üblich ist. Der von der amerikanischen Industrie ausgehende Entwurf MAP basiert auf dieser Technik, ebenso das von Rieter gewählte RIELAN. Ein künftiger Einsatz von Lichtleitern ermöglicht zumindest dieselbe Übertragungskapazität.

Die Telekommunikation nimmt bei der Entwicklung der Netzwerkstandards auf die Textilindustrie kaum Rücksicht. In die Wahl kommen deshalb nur Produkte mit weiter industrieller Verbreitung, schon um die nötige Einsatzdauer und Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Die benötigten Hardware-Komponenten und Software-Treiber sind genau spezifiziert und müssen nicht mehr besonders entwickelt werden.

Die Erfindung

Die Erfindung sieht entsprechend dem letzterwähnten Konzept eine Spinnereianlage mit einem Prozessleitrechner für mindestens eine Maschinengruppe vor, wobei jede Maschine der Gruppe mit einer eigenen Steuerung versehen ist, welche die Aktorik der Maschine (samt allfälliger dieser Maschine zugeordneten Hilfsaggregate) steuert. Es ist mindestens ein Netzwerk für die bidirektionale Kommunikation zwischen dem Rechner und jeder Maschine der Gruppe vorgesehen.

- 13 -

Steuerbefehle vom Prozessleitrechner werden im Betrieb der Anlage über das Netzwerk an die Maschinensteuerungen geleitet. Jede Maschinensteuerung leitet die Steuerbefehle an die von dieser Steuerung gesteuerte Aktorik weiter, wobei die Steuerbefehle wenn notwendig durch die Maschinensteuerung in für die Aktorik geeigneten Steuersignale verwandelt werden.

Die Uebertragung der Steuerbefehle kann unmittelbar vom Prozessleitrechner an die Maschinensteuerungen erfolgen. Diese Uebertragung kann aber auch über eine weitere Vorrichtung erfolgen, z.B. über eine "Maschinenstation" des in EP 0 365 901 beschriebenen Typs. Wichtig ist aber, dass weder der Prozessleitrechner noch eine übertragende Vorrichtung (wie solche Maschinenstationen) den direkten Zugriff auf die Aktorik der Maschine gewährt wird. Stattdessen kann eine Aenderung des Maschinenzustandes, welche einen Eingriff in die Aktorik verlangt, nur mittels der Maschinensteuerung (und nach dem in dieser Steuerung effektiven Arbeitsprogramm) bewirkt werden.

Die Verbindung der Maschinensteuerung mit ihrer (gesteuerten) Aktorik kann unabhängig vom Kommunikationsnetzwerk zwischen der Maschinensteuerung und dem Prozessleitrechner gestaltet werden und kann sogar verschieden für verschiedene Aktorik-elemente (bzw. Hilffaggregate) sein. Im Fall einer Maschine mit einer Vielzahl von Arbeitsstellen (z.B. einer sogenannten Längsteilmaschine) und mit einer autonomen Steuerung für jede Arbeitsstelle kann die Verbindung zwischen der Maschinensteuerung und der vorhandenen Aktorik über die autonomen Arbeitsstellensteuerungen realisiert werden, beispielsweise nach DOS 3928831 oder nach DOS 3910181 oder nach DPS 3438962.

In einer Ringspinnmaschine ist es heute unwahrscheinlich, dass die Kommunikationsverbindung zwischen der Maschinensteuerung und den Arbeitsstellensteuerungen auch für die

- 14 -

Signalübertragung zwischen der Maschinensteuerung und einem für alle Arbeitsstellen gemeinsamen Hilfsaggregat (z.B. einem Doffaggregat einer Ringspinnmaschine) auszunutzen wäre. Bei dem neuen Spinnverfahren ist es aber vorhersehbar, dass das Hilfsaggregat als ein fahrbarer Automat ausgeführt und für die Kommunikation mit einer Zentrale über die Arbeitsstellen ausgelegt ist, wie z.B. in EP 0295406 vorgesehen ist.

In Abhängigkeit von der Ausführung der Aktorikelemente kann die Signalverbindung mit der Maschinensteuerung auf elektrischem, optischem, magnetischem, pneumatischem, mechanischem (oder anderen) Signalübertragungsmittel beruhen.

Auf jeden Fall ist jede Maschinensteuerung in der Lage, die vom Prozessleitreechner erhaltenen Steuerbefehle in geeignete Signale für ihre eigenen Aktorikelemente zu übersetzen (umzuwandeln). Der Prozessleitreechner kann dementsprechend mit einem einzigen Satz von Steuerbefehlen für einen gegebenen Maschinentyp arbeiten, gleichgültig ob die mit dem Prozessleitreechner verbundenen Maschinen dieses Typs mit der gleichen oder mit unterschiedlichen Aktorikelementen bzw. Hilfsaggregaten ausgerüstet sind.

Die Sensorik der Maschine umfasst vorzugsweise zumindest eine Sicherheitssensorik, welche zur Signalübertragung mit der Maschinensteuerung verbunden ist. Die Maschinensteuerung ist vorzugsweise mittels der Sensorik kontinuierlich in der Lage, ein Abbild des Zustandes (insbesondere des Sicherheitszustandes) der Maschine zu erzeugen. Die Maschinensteuerung kann dann derart programmiert sein, dass sie erst bzw. nur dann einen Steuerbefehl vom Prozessleitreechner ausführt, wenn nach dem Abbild des Zustandes der Maschine ohne Gefährdung von Personen, Maschinen oder Bedienungseinrichtungen die Maschine in den neuen Zustand überführt werden kann. Der "Sicherheitszustand" der Maschine umfasst daher sowohl die

- 15 -

Sicherheit der menschlichen Bedienung als auch diejenige von allfälligen an der Maschine vorhandenen fahrbaren Bedienungseinrichtungen (insbesondere Bedienungsautomaten) und in der Maschine integrierten Elemente. Dies ist natürlich von besonderer Bedeutung in Zusammenhang mit Menschen, die sich jederzeit frei im Bereich der Maschine bewegen können, aber auch in Zusammenhang mit allfälligen fahrbaren Einrichtungen, die sich nicht kontinuierlich sondern nur gelegentlich an der Maschine befinden, z.B. Transportgeräte für Vorlagematerial.

In der bevorzugten Ausführung wird die Erfindung in einer Anlage nach unserer PCT Patentanmeldung mit der internationalen Veröffentlichungsnummer WO 91/16481 realisiert, d.h. in einer Anlage, worin mindestens eine Maschinensteuerung eine Bedienungsoberfläche aufweist und der Prozessleitrechner diese Bedienungsoberfläche zur Kommunikation mit einem Menschen bzw. mit einem fahrbaren Automaten an dieser Maschine verwenden kann. Durch diese Anordnung kann relativ leicht sichergestellt werden, dass in der gesamten vom Rechner gesteuerten Anlage einem bestimmten Signal eine eindeutige Bedeutung zugeordnet wird. Dies kann einem System gegenübergestellt werden, wonach die Bedienungsunterstützung über ein von den Maschinensteuerungen unabhängiges System erfolgt, z.B. nach US 4194349. Die Vorteile der Kombination nach dieser Erfindung sind besonders ausgeprägt, wenn ein Prozessleitrechner sowohl die Bedienungsunterstützung als auch die Steuerung der Maschinen beeinflusst, z.B. in einem Doff-Management-System für Ringspinnmaschinen, ähnlich einem System nach US 4665686.

Die Bedienungsunterstützung über die Bedienungsoberfläche an der zutreffenden Maschine stellt natürlich auch sicher, dass die Hilfe da angeboten wird, wo sie notwendig ist. Dies erlaubt auch eine Vereinfachung des Alarm- bzw. Rufsystems, da die Bedienung jetzt im Prinzip nur an die betroffene Maschine

- 16 -

geleitet werden muss, ohne vorher genau über die notwendige Handlung informiert zu werden. Das Alarm- bzw. Rufsystem muss natürlich noch absichern, dass die Bedienung über die Dringlichkeit bzw. die Priorität des Bedienungsrufes informiert wird bzw. dass die richtige Bedienungshilfe bzw. Bedienungsperson (Doffhilfe, Wartung, Fadenbruchbehebung usw.) an die betroffene Maschine gerufen wird.

Ueber die Bedienungsoberfläche kann eine Instruktion an die Bedienungsperson erteilt werden, eine Handlung zu tätigen, welche von der Maschinensteuerung selbst nicht ausgeführt werden kann, z.B. weil die dazu notwendige Aktorik in der zutreffenden Maschine nicht vorhanden ist bzw. nicht unter der Kontrolle der Maschinensteuerung steht. Ein Beispiel einer solcher Handlung (nämlich die Stilllegung einer schlecht arbeitenden Spinnstelle, wo die Maschinensteuerung nicht direkt in die Spinnstellen eingreifen kann) ist in unserer CH Patentanmeldung Nr. 697/91-2 vom 07.03.1991 (Obj. 2211) beschrieben. Die Bedienungsperson kann aber auch dazu aufgefordert werden, gewisse Informationen (Daten) in das Kommunikationssystem (z.B. aber eine Tastatur) einzugeben. Diese Daten vervollständigen z.B. das Abbild des Systems im Prozessleitrechner, falls die zutreffende Sensorik in den geleiteten Maschinen fehlt.

Die Bedienungsperson ist auch vorzugsweise in der Lage (oder ist sogar "gezwungen"), die Erzeugung eines Signals zu verursachen, welche die Ausführung der Instruktion darstellt und dies an die Maschinensteuerung bzw. den Prozessleitrechner mitteilt.

Die bevorzugte Anlage nach dieser Erfindung ist mit einer Sensorik versehen, welche den Betrieb der Anlage auch ohne die Prozessleitsignale des Prozessleitrechners gewährleistet. Nach dieser bevorzugten Anordnung ist die Anlage als

- 17 -

"konventionell" betreibbare Anlage gestaltet, d.h. sie ist auf der Maschinenebene mit einer derartigen Sensorik und mit derartigen, mit dieser Sensorik verbundenen Maschinensteuerungen versehen, dass die Anlage auch ohne den Prozessleitrechner vollständig betriebsfähig ist.

Die vom betriebsbereiten Prozessleitrechner erzeugten Leitsignale wirken dann optimierend auf die sonst betriebsfähige Anlage, wobei die Maschinensteuerungen der Anlage anhand der Signale von der mit ihnen verbundenen Sensorik in der Lage sind, die Plausibilität der Leitsignale jederzeit zu prüfen. Eine Maschinensteuerung führt nur dann einen Steuerbefehl des Prozessleitrechners aus, wenn die Plausibilitätskontrolle keinen Widerspruch zwischen dem Leitsignal (Steuerbefehl) des Prozessleitrechners und den von der Sensorik festgestellten Zustand der Anlage aufdeckt. Andernfalls löst die Maschinensteuerung ein Alarmsignal aus. Die "Steuerbefehle" des Prozessleitrechners sind normalerweise in der Form von Sollwerten erzeugt oder sind dazu bestimmt, Prozesse bzw. Zustandsübergänge an der Maschine (den Maschinen) auszulösen.

Die Anlage ("Maschinenkette") ist "konventionell" betreibbar in dem Sinn, dass heute schon bekannte Steuerungen und Sensorik ausreichen, um die Anlage ohne den Prozessleitrechner zu betreiben. Diese heutzutage bekannten Steuerungen können natürlich noch verbessert werden, sind aber noch als "konventionell" zu betrachten, solange sie in der Lage sind, die Anlage ohne den Prozessleitrechner betriebsfähig aufrecht zu erhalten. Beim Ausfall des Prozessleitrechners müssen bzw. können allenfalls gewisse Funktionen des Prozessleitrechners von der Bedienperson übernommen werden. In diesem Fall muss die Möglichkeit des menschlichen Eingriffes in der "konventionellen" Anlagesteuerung vorgesehen werden. Es ist aber auch aus anderen Gründen wünschenswert, die Möglichkeit von einzelnen Eingriffen der Bedienperson in den

- 18 -

Prozessabläufen der Anlage vorzusehen, auch dann, wenn die Anlage als ganze vom Prozessleitreehner gesteuert bzw. geregelt wird.

Nach einem zweiten Aspekt sieht die Erfindung daher eine Spinnereianlage mit den folgenden Merkmalen vor:

- einem Prozessleitreehner für mindestens eine Gruppe der Maschinen der Anlage,
- einer autonomen Steuerung für jede Maschine dieser Gruppe,
- einem Netzwerk für die bidirektionale Kommunikation zwischen dem Prozessleitreehner und den autonomen Steuerungen, wobei Steuerbefehle vom Prozessleitreehner an die Steuerungen über das Netzwerk übermittelt werden können,
- für mindestens eine Steuerung derartige Bedienungsmittel, dass diese Steuerung durch die Bedienungsmittel neu eingestellt werden kann, wobei die Bedienungsmittel ein selektiv betätigbares Mittel umfasst, wodurch diese Steuerung in einem ersten oder einem zweiten Zustand gestellt werden kann, so dass in ihrem ersten Zustand die Steuerung nur auf die Bedienungsmittel reagiert und in ihrem zweiten Zustand die Steuerung sowohl auf den Bedienungsmitteln als auch auf Leitsignale vom Prozessleitreehner reagiert.

In einer Anlage, wo alle oder mindestens die kritischen Maschinensteuerungen nach diesem zweiten Aspekt der Erfindung gebildet sind, ist es jederzeit der Bedienungsperson (über das "Bedienungsmittel") möglich, in die Prozessabläufe der Anlage einzugreifen, ob der Prozessleitreehner betriebsfähig ist oder nicht. Weiterhin ist es der Bedienungsperson möglich, jede einzelne Maschine oder mindestens gewisse Maschinen vom Prozessleitreehner abzukoppeln und dann z.B. Ver-

- 19 -

suche, Wartungsarbeiten oder Aenderungen an dieser ausgewählten Maschine durchzuführen.

Bei einem Ausfall des Prozessleitrechners (oder einer wesentlichen Funktion davon) bzw. des Kommunikationsnetzwerkes zwischen dem Leitrechner und den Maschinen, ist die bzw. jede Maschine bzw. die Sensorik zur Belieferung des Leitrechners mit Daten vorzugsweise mit örtlichen Speichermitteln zum vorläufigen Abspeichern der anfallenden Daten verbunden. Wenn der Rechner bzw. das Netzwerk wieder funktionsfähig ist, können die auf diese Weise gespeicherten Daten an den Leitrechner geliefert werden. Jede "Kommunikationseinheit" (Vorrichtung, die Daten über das Netzwerk an den Leitrechner liefert) kann daher z.B. mit Mitteln versehen werden, um festzustellen, ob die gelieferten Daten angenommen werden, oder nicht (z.B. "quittiert" worden sind). Fehlt z.B. das "Quittieren" (Bestätigung der Ankunft der gelieferten Daten im Prozessleitrechner) kann die Verbindung der zutreffenden Sensorik mit dem vorläufigen Speichermittel verwirklicht werden. Allenfalls können auch beim Normalbetrieb die anfallenden (Roh-) Daten in einem örtlichen Pufferspeicher eingetragen werden und daraus nur dann an das Netzwerk geliefert werden, wenn "gewährleistet" wird, dass die Kommunikation mit dem Prozessleitrechner planmässig abläuft.

Gemäss einem dritten Aspekt der Erfindung werden "Rohdaten" an den Prozessleitrechner geliefert. "Rohdaten" bedeuten nicht (unbedingt) die eigentlichen Ausgangssignale der Sensoren, sondern zumindest den vollen "Informationsgehalt" solcher Signale.

Gemäss einem vierten Aspekt der Erfindung ist die geleitete Anlage trotz des Vorhandenseins vom Prozessleitrechner ohne diesen Rechner voll betriebsfähig, wozu die Maschinen mit der dazu erforderlichen Sensorik versehen sind.

- 20 -

Diese und weitere Aspekte der Erfindung werden nun anhand der in den Zeichnungen dargestellten Beispiele näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 schematisch die Verteilung der Wertschöpfung in einer Ringspinnerei für gekämmte Baumwolle,

Fig. 2 schematisch den Personalbedarf in den Prozess-Stufen,

Fig. 3 schematisch die Funktionen der Prozess-Steuerung in der Spinnerei (zeigt Datenform und zeitlichen Anfall der Signale),

Fig. 4 schematisch die Einführung der Prozess-Informatik in der Spinnerei,

Fig. 5 schematisch die Anforderungen an die Datenübertragung,

Fig. 6 ein Layout-Diagramm einer Spinnerei bis zum Spinnen (ohne Umspulen),

Fig. 7 eine Zusammenfassung des Diagramms der Fig. 6,

Fig. 8 eine Rechner-Anordnung für eine Prozess-Steuerung in einer Anlage nach Fig. 7,

Fig. 9 schematisch die Vernetzung von Maschinen, Bedienungsrobotern und Transportsystemen,

Fig. 10 eine diagrammatische Darstellung der Verbindung zwischen einer Maschinensteuerung und einer Spinnstelle,

- 21 -

- Fig. 11 eine diagrammatische Darstellung der Verbindung zwischen einer Maschinensteuerung und einer Spulstelle,
- Fig. 12 schematisch eine mögliche Architektur einer Prozess-Steuerung,
- Fig. 13 eine Modifikation der Architektur nach Fig. 12,
- Fig. 14 weitere Modifikationen der Architektur nach Fig. 12,
- Fig. 15 eine Aufstellung von Begriffen, Standards und Zuständen, die für die Prozess-Steuerung von Bedeutung sind.
- Fig. 16 einen schematischen Querschnitt durch eine Ringspinnmaschine mit einigen Hilfsgeräten,
- Fig. 17 ein schematisches Layout eines Spinnsaals, das Roboter als Hilfsgeräte umfasst,
- Fig. 18 eine schematische Darstellung einer in der Maschine eingebauten Transporteinrichtung,
- Fig. 19 eine Modifikation der Anordnung nach Fig. 14,
- Fig. 20 ein Diagramm zur Erläuterung verschiedener Möglichkeiten nach dieser Erfindung,
- Fig. 21 (schematisch) die sogenannte Drehzahlkurve der Ringspinnmaschine, und
- Fig. 22 ein Diagramm zur näheren Erläuterung der "kommunikationsfähigen" Maschine.

- 22 -

Die Problematik der Prozessführung (ob automatisch oder durch menschliche Bedienung) in der Spinnerei liegt zum Teil in der "Aufsplitterung" des Materialflusses zwischen dem Eingang in der Prozesslinie und der Uebergabe an die Garnlager bzw. an die Weiterverarbeitung in der Weberei oder Strickerei. Dies soll nachfolgend verdeutlicht werden, bevor die Anwendung der Prinzipien nach dieser Erfindung erläutert wird. Die hier aufgeführte Anlage ist konventionell und schon in PCT Patentanmeldung Nr. PCT/CH/91/00140 (Int. Veröffentlichungsnummer WO 92/00409) gezeigt worden; sie dient bloss als Beispiel.

Die in Fig. 6 dargestellte Spinnerei umfasst einen Ballenöffner 120, eine Grobreinigungsmaschine 122, eine Mischmaschine 124, zwei Feinreinigungsmaschinen 126, zwölf Karden 128, zwei Strecken 130 (erste Streckenpassage), zwei Kämme-reivorbereitungs-Maschinen 132, zehn Kämmaschinen 136, vier Strecken 138 (zweite Streckenpassage), fünf Flyer 140 und vierzig Ringspinnmaschinen 142. Jede Ringspinnmaschine 142 umfasst eine grosse Anzahl Spinnstellen (bis zu ca. 1200 Spinnstellen pro Maschine). Dies wird nachfolgend näher in Zusammenhang mit Fig. 16 erklärt.

Fig. 6 zeigt eine heute konventionelle Anordnung zur Herstellung von einem sogenannten gekämmten Ringgarn. Das Ringspinnverfahren kann durch ein neueres Spinnverfahren (z.B. das Rotorspinnen) ersetzt werden, wobei die Flyer dann überflüssig werden. Da aber die Prinzipien dieser Erfindung unabhängig von der Art der Endspinnstufe anwendbar sind, reicht die Erklärung in Zusammenhang mit dem konventionellen Ringspinnen auch für die Anwendung der Erfindung in Zusammenhang mit neuen Spinnverfahren. Nicht gezeigt in Fig. 6 ist die Spulerei, die für neue Spinnverfahren (z.B. Rotorspinnen) ohnehin wegfällt.

- 23 -

Die Spinnerei nach Fig. 6 ist nochmals in Fig. 7 schematisch dargestellt, wobei im letzteren Fall die Maschinen zu "Verarbeitungsstufen" zusammengefasst worden sind. Gemäss dieser Betrachtungsweise bilden der Ballenöffner 120 und die Grobreinigungsmaschine 122, Mischmaschine 124 und Feinreinigungsmaschinen 126 zusammen eine sogenannte Putzerei 42, welche die Karderie 44 mit weitgehend geöffnetem und gereinigtem Fasermaterial beliefert. Innerhalb der Putzerei wird das Fasermaterial in einem pneumatischen Transportsystem (Luftstrom) von Maschine zu Maschine befördert, welches System in der Karderie einen Abschluss findet. Die Karden 128 liefern je ein Band als Zwischenprodukt, welches in einem geeigneten Behälter (einer sogenannten "Kanne") abgelegt und weiterbefördert werden muss.

Die erste Streckenpassage (durch die Strecken 130) und die zweite Streckenpassage (durch die Strecken 136) bilden je eine Verarbeitungsstufe 46 bzw. 52 (Fig. 7). Dazwischen bilden die Kämmereivorbereitungsmaschinen 132 eine Verarbeitungsstufe 48 (Fig. 7) und die Kämmaschinen 134 eine Verarbeitungsstufe 50 (Fig. 7). Schliesslich bilden die Flyer 138 eine Spinnvorbereitungsstufe 54 (Fig. 7) und die Ringspinnmaschinen 140 eine Endspinnstufe 56 (Fig. 7).

In unserer deutschen Patentanmeldung Nr. 39 24 779 vom 26.06.1989 beschreiben wir ein Prozessleitsystem, wonach eine Spinnerei in "Bereichen" organisiert ist und Signale aus einem Bereich zur Steuerung bzw. Regelung von vorangehenden Bereichen ausgenützt werden können. Ein Beispiel für eine solche Anlage ist in Fig. 8 schematisch gezeigt, wobei die Anlage drei Bereiche B1, B2 und B3 umfasst und jeder Bereich einen eigenen Prozessleitrechner R1, R2, R3 zugeordnet ist. Jeder Rechner R1, R2, R3 ist zum Signalaustausch verbunden (in Fig. 8 schematisch durch die Verbindungen 86 angedeutet). Es wird dem Fachmann klar sein, dass die Darstellung der

- 24 -

Fig. 8 rein schematisch ist. Es kann natürlich ein einziger Prozessleitreechner vorgesehen werden, welcher mit allen Bereichen der Spinnereianlage verbunden ist und den gewünschten Signalaustausch zwischen diesen Bereichen durchführt. Es könnten auch weitere "Bereiche" definiert werden. z.B. nach dem Artikel "Integrierte Prozessdatenverarbeitung mit USTER MILldata" von H.P. Erni (Reutlinger Spinnerei Kolloquium, 2/3 Dezember 1987). Die gezeigte Ausführung mit einem Prozessrechner R pro Bereich B stellt aber eine sinnvolle Ausführung dar, welche für diese Erklärung angenommen wird.

Der Bereich B1 umfasst die Putzerei 42 und die Karderie 44 (Fig. 7).

Der Bereich B2 umfasst sowohl die beiden Streckenpassagen 146, 152 (Fig. 7) als auch die Kämmereivorbereitungsstufe 148 und die Kämmerei 150.

Der Bereich B3 umfasst die Flyer 154 und die Endspinnstufe 156 (Fig. 7), allenfalls auch eine Spulerei.

Die Anpassung der Anlagen nach den Figuren 6 bis 8 an die in Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 5 erläuterten Prinzipien wird nachfolgend anhand der Figuren 9 bis 14 näher erklärt. Der Bereich B3 (Fig. 8) dient hier als Beispiel.

Eine praktische Ausführung des Bereiches B3 für eine automatisierte Anlage ist in Fig. 9 gezeigt, allerdings immer noch schematisch, um die Informatik-Aspekte des Systems darzustellen. Der dargestellte Anlageteil umfasst (in der Reihenfolge der Prozessstufen, d.h. der "Verkettung" der Maschinen):

a) die Flyerstufe 300,

- 25 -

- b) eine Endspinnstufe 320, in diesem Fall durch Ringspinnmaschinen gebildet,
- c) ein Vorgarntransportsystem 310, um Flyerspulen von der Flyerstufe 300 an die Endspinnstufe 320 und leere Hülse von der Endspinnstufe 320 zurück an die Flyerstufe 300 zu tragen, und
- d) eine Umspulstufe 330, um die an den Ringspinnmaschinen gebildeten Kopse in grösseren (zylindrischen oder konischen) Packungen umzuwandeln.

Jede Verarbeitungsstufe 300, 320, 330 umfasst eine Mehrzahl von Hauptarbeitseinheiten (Maschinen), die je mit einer eigenen Steuerung versehen sind. Diese Steuerung ist in Fig. 9 nicht gezeigt, wird aber nachfolgend in Zusammenhang mit Fig. 10 etwas näher erläutert. An der jeweiligen Maschinensteuerung angehängt, sind Robotikeinheiten (Bedienungsautomaten), die dieser Maschine direkt zugeteilt werden. In Fig. 9 ist für jeden Flyer der Stufe 300 ein eigener Doffer vorgesehen - die Funktion "Flyerdoffen" ist in Fig. 9 mit den Kasten 302 angedeutet. Eine mögliche Ausführung ist z.B. in EP-360 149 bzw. in DE-OS-3 702 265 gezeigt.

In Fig. 9 sind auch für jede Ringspinnmaschine der Stufe 320 ein Bedienungsautomat pro Spinnstellenreihe zur Bedienung der Spinnstellen und eine Aufsteckungsbedienung für die Vorgarnzufuhr vorgesehen. Die Funktion "Spinnstellenbedienung" ist mit den Kasten 322, 324 (ein Kasten pro Spinnstellenreihe) und die Funktion "Vorgarnzufuhr" mit den Kasten 326 angedeutet. Eine mögliche Ausführung ist z.B. in EP-41 99 68 oder PCT Patentanmeldung Nr. PCT/CH/91/00225 vom 02.11.1991 gezeigt.

- 26 -

Das Vorgarntransportsystem 310 ist auch mit einer eigenen Steuerung versehen, die hier nicht näher erläutert werden soll. Das System 310 umfasst eine Einheit zum Reinigen von Vorgarnspulen, bevor sie an die Flyerstufe 300 zurückgegeben werden. In Fig. 9 ist die Funktion "Vorgarnspulenreiniger" durch den Kasten 312 angedeutet. Eine mögliche Ausführung dieses Anlageteiles ist in EP-43 12 68 (und zum Teil in EP-39 24 82) gezeigt.

Die Ringspinnmaschinen der Stufe 320 und Spulmaschinen der Stufe 330 bilden zusammen einen "Maschinenverbund", wodurch der Transport der Kopse an die Spulmaschinen gewährleistet ist. Die Steuerung dieses Verbundes erfolgt von der Spulmaschine aus.

Ein Netz 350 ist vorgesehen, wodurch alle Maschinen der Stufen 300, 320, 330 und das System 310 für den Signalaustausch (Datenübermittlung) mit einem Prozessleitrechner 340 verbunden sind. Der Rechner 340 bedient direkt ein Alarmsystem 342 und eine Bedienung 344 z.B. in einer Leitstelle bzw. in einem Meisterbüro.

Eine sehr wichtige Funktion des Umspulens von Ringspinn garn ist die sogenannte Garnreinigung, die mit dem Kasten 360 angedeutet ist. Der Garnreiniger ist über dem Netz 350 mit dem Prozessleitrechner 340 verbunden. Durch diese Vorrichtung werden Garndefekte eliminiert und gleichzeitig Informationen (Daten) gewonnen, die Rückschlüsse auf die vorangehenden Verfahrensstufen ermöglichen. Die Garnreinigungsfunktion wird an der Spulmaschine ausgeübt.

Die Figuren 10 und 11 zeigen etwas detailliertere aber noch schematische Darstellungen einer Ringspinnmaschine 321 (Fig. 10) der Stufe 320 und einer Spulmaschine 331 (Fig. 11) der Stufe 330.

- 27 -

Die Steuerung der Maschine 321 ist schematisch mit 323 und die Steuerung der Maschine 331 mit 333 angedeutet. Für jede Maschine 321, 331 ist eine einzige Arbeitsposition 330 (Fig. 10), 380 (Fig. 11) schematisch angedeutet. Im Fall der Ringspinnmaschine 321 umfasst die Arbeitsstelle 370 eine Aufhängung (nicht gezeigt) in der Aufsteckung (nicht gezeigt) für eine Flyerspule 371, welche Vorgarn 372 an ein Streckwerk 373 liefert. Die aus dem Streckwerk 373 austretenden Fasern werden zu einem Garn 374 gesponnen, das auf einer Hülse 375 zu einem Kops 376 aufgewickelt wird. Die Hülse 375 ist von einer Spindel (nicht gezeigt) getragen, die durch einen, dieser Spindel zugeordneten Antriebsmotor 373 (Einzelspindelantrieb) in Rotation um die eigene Längsachse versetzt wird.

Die Arbeitsstelle 380 der Spulmaschine umfasst eine Zufuhr (nicht gezeigt) für einzelne Kopsträger 381 (z.B. sogenannte "Peg-Trays"), die je einen Kops 382 tragen. Das Garn 383 des Kopses wird abgewickelt und über einen Spleisser 384 an eine Fadenchangierung 385 geliefert. Ein Spulenhalter (nicht gezeigt) trägt eine Hülse (nicht gezeigt) als Kern einer Pakung 386, die durch die Rotation der Hülse um die eigene (waagrechte) Achse bei einer von der Changierung erzeugten axialen Bewegung des Fadens gebildet wird.

Es wird angenommen, jede Arbeitsstelle 370, 380 sei mit einer eigenen Sensorik versehen. Im Fall der Ringspinnmaschine besteht dies aus einem einfachen Sensor 378 pro Spinnstelle, um festzustellen, ob die Spinnstellen (der Spindelmotoren 377) in Betrieb ist oder nicht. Die Spulstelle 380 kann mit einem entsprechenden Sensor 387 versehen werden. Die Spulstelle 380 ist aber zusätzlich mit einem Garnprüfgerät 361 versehen, welches ein Element des Garnreinigers 360 (Fig. 9) bildet. Das Garnprüfgerät umfasst einen Garnsensor (nicht separat angedeutet), der vorbestimmte Qualitätsparameter des Garnes

- 28 -

überwacht und entsprechende Signale (Daten) an eine Datenerfassungseinheit 362 der Maschine 331 liefert, welche die Daten für alle Spulstellen dieser Maschine zusammenfasst. Die Dateneinheit 362 stellt ein weiteres Element des Garnreinigers 360 dar. Ueber Leitungen 351, 352 und 353 des Netzes 350 (Fig. 9) sind die Steuerungen 323, 333 und die Dateneinheit 362 mit dem Leitrechner 340 (Fig. 9) verbunden. Die Dateneinheit 362 tauscht auch Signale mit der Steuerung 333 der Spulmaschine aus. Die Bedienungsautomaten können auch mit Sensoren versehen werden, z.B. wie in unserem US-Patent 4 944 033 gezeigt ist.

Nach einem Aspekt dieser Erfindung ist die Anlage derart gebildet, dass der Rechner 340 den direkten Zugang zu den "Rohdaten" der Sensorik 378, 387, 361 hat, obwohl die einzelnen Steuerungen 323, 333, 362 in der Abwesenheit eines Steuerungsbefehls vom Leitrechner 340 unabhängig von diesem Rechner (teil-autonom) anhand der Ausgangssignale der Sensorik 378, 387, 361 arbeiten. Das heisst, die Rohdaten der Sensorik werden nicht durch die Steuerungen 323, 333 und 362 zu "Berichten" zusammengefasst, die das Informationsgehalt der Sensoriksignale durch "Konzentration" reduzieren und die an den Leitrechner weitergeleitet werden. Stattdessen werden sie (mindestens auf Anfrage des Leitrechners 340) als inhaltlich unveränderte Qualitäts- bzw. Zustandssignale an den Leitrechner weitergegeben. "Rohdaten" (im Sinne der Steuerung) sind grundsätzlich "Istwerte" der Sensorik oder daraus hergeleitete Signale, jedenfalls von der Sensorik stammende Daten.

Jede Maschine 321, 331 ist auch mit einer "Bedienungsfläche" 325 bzw. 335 versehen, die mit der jeweiligen Steuerung 323 bzw. 333 verbunden ist und Mensch-Maschine (oder sogar Robot-Maschine) Kommunikation ermöglicht. Die "Bedienungsfläche" kann auch als "Bedienungsfeld", oder

- 29 -

"Bedienungstableau" oder "Bedienungskonsol" bezeichnet werden. Ein Beispiel einer solchen Bedienungs Oberfläche ist in DE-OS-37 34 277 gezeigt, allerdings nicht für eine Ringspinnmaschine, sondern für eine Strecke. Das Prinzip ist für alle solchen Bedienungsmittel gleich. Weitere Beispiele sind im Artikel "Neue Mikrocomputer für die Textilindustrie" von F. Hösel in Melliand Textilberichte vom September 1991 (ITMA Ausgabe) zu finden. Die heutige Bedienungs Oberfläche der G5/2 Ringspinnmaschine der Firma Maschinenfabrik RIETER AG ist in "Textile World", April 1991, Seite 44 ff gezeigt worden, wobei die Weiterentwicklung solcher Geräte auch zu erwarten ist

Nach der Erfindung gemäss der PCT Patentanmeldung Nr. WO/91/16481 ist die Anlage derart programmiert und ausgelegt, dass der Leitreechner 340 Bedienungsunterstützung über die Bedienungs Oberfläche 325 bzw. 335 der jeweiligen Maschine leisten kann, d.h. der Leitreechner kann Steuerbefehle über dem Netz 350 senden und die Maschinensteuerungen können derartige Steuerbefehle empfangen und befolgen, sodass der Zustand der Bedienungs Oberfläche vom Leitreechner 340 über der jeweiligen Steuerung bestimmt wird.

Fig. 12 zeigt eine mögliche Variante der Architektur für eine Prozess-Steuerung nach Fig. 9 bis 11. Fig. 12 zeigt nochmals den Leitreechner 340 und das Netzwerk 350 zusammen mit einem Rechner 390 einer Maschinensteuerung der Anlage (z.B. des Vorgarntransportsystems 310, das zur Erläuterung der Informatik einer "Maschine" gleichgesetzt werden kann). Jeder Rechner 340, 390 hat ihm zugeordnete Speicher 343, 345 bzw. 391 und Treiber 347, 349 bzw. 393, 394, 395, 396.

Die Treiber 349 bzw. 394 bestimmen die notwendigen Schnittstellen für die Kommunikation der Rechner 340, 390 mit ihren jeweiligen Bedienungs Oberflächen, hier als Anzeige, Bedienung und Drucker angedeutet. Der Treiber 347 bestimmt die

- 30 -

Schnittstelle zwischen dem Leitreechner 340 und dem Netzwerk 350 und der Treiber 393 die Schnittstelle zwischen dem Netzwerk 350 und der Maschinensteuerung 390.

Der Treiber 395 bestimmt die Schnittstellen zwischen der Maschinensteuerung 390 und den dadurch gesteuerten Antriebe (z.B. im Fall der Ringspinnmaschine, Fig. 10, den Spindelantriebsmotoren 377). Der Treiber 396 bestimmt die Schnittstelle zwischen der Maschinensteuerung 390 den ihr zugeordneten Sensorik (z.B. im Fall der Ringspinnmaschine, Fig. 10, uen Sensoren 378).

Fig. 13 zeigt nun eine erste Modifikation dieser Architektur. Dem Leitreechner 340 ist nun ein zusätzlicher Treiber 348 zugeordnet, welcher die Schnittstelle zwischen dem Rechner 340 und einem weiteren Netzwerk 355 bestimmt. Die dem Rechner zugeordneten Maschinen (nicht gezeigt) sind nun entweder dem Netzwerk 350 oder dem Netzwerk 355 angehängt. Die Treiber/Netzwerke Kombinationen 347/350 bzw. 348/355 unterscheiden sich darin, dass sie mit unterschiedlichen Maschinensteuerungen kompatibel sind - die Maschinen müssen in Abhängigkeit von ihren Steuerungstypen mit dem einen oder anderen Netzwerk 350 bzw. 355 verbunden werden.

Nur zwei Treiber 347, 348 sind in Fig. 13 gezeigt worden - es können aber offensichtlich noch weitere Netzwerke, jeweils über einen eigenen Treiber, mit dem Leitreechner verbunden werden. Die Verdoppelung bzw. Vervielfachung der Anzahl Netzwerke kann nicht nur zur Ueberwindung von Kompatibilitätsproblemen angewendet werden. Wenn z.B. die Anlage so gross ist, dass Kapazitätsprobleme in Zusammenhang mit einem einzigen Netzwerk 350 entstehen, können solche Probleme durch die Anwendung eines zweiten Netzwerkes vermindert (wenn nicht vollständig gelöst) werden. (vgl. die Bemerkungen in der

- 31 -

Einleitung bezüglich der Uebertragungskapazitäten von den heutigen Schnittstellen).

Fig. 14 zeigt eine weitere Modifikation der Anordnung nach Fig. 12, wobei in diesem Fall ein einziges Netzwerk 350 (gezeigt) oder eine Mehrzahl von Netzwerken (nicht gezeigt) zur Anwendung kommen können. Elemente in Fig. 14, die mit Elementen in Fig. 12 identisch sind, tragen in beiden Figuren die gleichen Bezugszeichen.

Fig. 14 zeigt einen weiteren Treiber 410, der als Schnittstelle zwischen dem Netzwerk 350 und der Steuerung einer weiteren Maschine 400 dient. Diese Maschine 400 ist mit derjenigen Maschine verkettet, die durch den Rechner 390 gesteuert wird, z.B. wenn die letztgenannte Maschine eine Mischmaschine ist, kann die Maschine 400 ein Ballenöffner oder eine Kardenspeisung sein. Dem Treiber 396 ist auch ein zusätzlicher Sensor 397 angehängt, welcher nicht in der "eigenen" Maschine, sondern in der nächsten Maschine 400 der "Kette" vorgesehen ist und der Zustand dieser Maschine 400 der "eigenen" Maschinensteuerung (dem Rechner 390) mitteilt. Es kann offensichtlich mehrere solche zusätzliche Sensoren in den anderen oder in verschiedenen anderen Maschinen der Kette vorgesehen werden.

Durch solche "Spionsensoren" ist jede teilautonome Steuerung in der Lage, die ihr vom Rechner 340 gegebenen Befehle grob auf Widersprüche zu überprüfen. Noch wichtiger, die teilautonome Steuerung bleibt auch dann funktionsfähig, wenn das Netzwerk 350 bzw. der Leitreechner 340 ein Defekt aufweist. Die Effizienz der Anlage wird sicher dadurch reduziert; sie bleibt aber trotzdem in (nicht optimalen) Betrieb.

Fig. 15 zeigt schematisch verschiedene Begriffe und Zustände, die für den verbreiteten Einsatz von Prozessleitsystemen

- 32 -

standardisiert werden sollten. Diese Zustände sollten auf jeden Fall bei der Festlegung der notwendigen Sensorik berücksichtigt werden. Das Diagramm A/B deutet auf einen Ballenöffner, C auf eine Karde, E auf eine Kämmaschine und RU auf eine Rotorspinnmaschine.

Es wird nachfolgend die Anwendung eines Prozessleitsystems nach dieser Erfindung in Zusammenhang mit dem Ringspinnen als Beispiel noch näher beschrieben. Die Maschine selbst wird vorerst behandelt.

Die Ringspinnmaschine (und ihre Hilfsgeräte)

Die Ringspinnmaschine dient in dieser Anmeldung als Beispiel einer "Längsteilmaschine". Andere Längsteilmaschinen sind Flyer, die Spinnmaschinen für die neuen Spinnverfahren (Rotorspinnmaschinen, Düsenspinnmaschinen), Spulmaschinen, Zwirnmaschinen (z.B. Doppeldrahtzwirnmaschinen) und Falschdrahttexturiermaschinen zur Verarbeitung von Endlosfilamenten.

Die allgemeinen Prinzipien einer modernen Ringspinnanlage sind im Artikel "Die automatisierte Ringspinnmaschine" von F. Dinkelmann enthalten, das am Reutlinger Spinnerei Kolloquium 2/3 Dezember 1986 vorgetragen wurde.

Die Maschine nach Fig. 16 umfasst ein doppelseitiges Gestell 210 mit zwei Spinnstellenreihen 212 bzw. 214, die spiegelbildlich zu einer Mittelebenen ME der Maschine angeordnet sind. In einer modernen Maschine enthält jede solche Spinnstellenreihe 212, 214 zwischen 500 und 600 dicht aneinandergereihte Spinnstellen. Jede Spinnstelle umfasst ein Streckwerk 216, Fadenführungselemente 218 und eine kopsbildende Einheit 220. Die Einheit 220 enthält einzelne

- 33 -

Arbeitselemente, wie z.B. Spindel, Ring und Läufer, die aber für diese Erfindung keine Rolle spielen und nicht einzeln gezeigt sind. Diese Elemente sind dem Fachmann bekannt und sind z.B. aus EP-A 382943 ersichtlich. Für jede Spinnstellenreihe 212 bzw. 214 ist ein Doffautomat 222, 224 vorgesehen, welcher alle Spinnstellen der ihm zugeordneten Spinnstellenreihe gleichzeitig bedient. Dieser Automat wird hier auch nicht näher beschrieben, wobei Einzelheiten aus EP-A 303877 gefunden werden können.

Jede Spinnstellenreihe 212 bzw. 214 ist auch mindestens einem Bedienungsgerät 226 bzw. 228 zugeordnet, welches der jeweiligen Reihe entlang fahrbar ist und Bedienungsoperationen an den einzelnen Spinnstellen ausführen kann. Einzelheiten eines solchen Bedienungsgerätes sind z.B. aus EP-A 388938 zu entnehmen.

Das Gestell 210 trägt ein Gatter 230, das aus senkrechten Stangen 232 und Querträgern 234 gebildet ist. Schienen 236 sind an den äusseren Enden der Querträger 234 montiert und erstrecken sich in Längsrichtung der Maschine. Jede Schiene 236 dient als eine Führungsbahn für einen Trolleyzug 238, der neue Spulen 240 an das Gatter 230 heranzuführt. Einzelheiten eines solchen Trolleyzuges sind aus EP-43 12 68 zu entnehmen.

Das Gatter 230 umfasst auch Träger 242 für Vorlagespulen 244, 246, welche die einzelnen Spinnstellen mit Vorgarn beliefern. Die Träger 242 sind als Querschienen gezeichnet, wobei aber diese Anordnung für diese Erfindung ohne Bedeutung ist. Im Beispiel nach Fig. 16 sind die Vorlagespulen für jede Spinnstellenreihe 212 bzw. 214 in zwei Reihen angeordnet, und zwar in einer inneren Reihe 244 in der Nähe der Mittelebene ME und einer äusseren Reihe 246, welche von der Mittelebene ME entfernt ist.

- 34 -

Die Querträger 234 tragen auch auf jeder Maschinenseite eine Schienenanordnung 248 bzw. 250, welche als Führungsbahn für einen jeweiligen fahrbaren Roboter 252 bzw. 254 dient. Der Roboter 252 bzw. 254 läuft daher zwischen der äusseren Vorlagespulenreihe 246 und den vom Trolleyzug 238 getragenen neuen Spulen 240 und oberhalb des jeweiligen Bedienungsgerätes 226 bzw. 228. Der Roboter 252 ist zur Bedienung der beiden Vorlagespulenreihen des Gatters ausgelegt, wie in unserer PCT Patentanmeldung Nr. PCT/CH/91/00225 erklärt wurde. Dieser Roboter ist für das Lunttenhandling derart ausgelegt, dass nach einem Spulenwechsel im Gatter die Lunte der neuen Spule durch den Roboter ins Streckwerk eingefädelt wird.

Transporteinrichtungen

Fig. 17 zeigt ein Beispiel für das Layout des Spinnsaals einer Ringspinnanlage, die durch einen Roboter nach PCT-Patentanmeldung Nr. PCT/CH/91/00225 bedient wird. Das Diagramm der Fig. 17 soll insbesondere zur Erklärung der Belieferung der Spinnmaschinen mit zu verarbeitendem Vorlagematerial dienen. Ein Flyer 500 liefert über ein Schienennetz 302 (mit Pufferstrecken 504) für Trolleys (nicht gezeigt) Spulen an vier Ringspinnmaschinen 504, 506, 508 und 510. Mit AK bzw. EK ist für jede Maschine der Antriebskopf bzw. der Endkopf (vom Antriebskopf entfernt) angedeutet. Ueber Weichenstellen 512 kann ein Trolley auf einer beliebigen Maschinenseite geführt werden. Jeder Maschine ist dementsprechend ein U-förmiger Abschnitt des Netzes zugeteilt. Die Transporteinrichtung ist von einem Zentralrechner 514 des Transportsystems gesteuert. Ein Beispiel für den Aufbau eines Transportnetzes zwischen Flyern und Ringspinnmaschinen ist in der europäischen Patentanmeldung Nr. 43 12 68 zu finden.

Es ist auch ein Schienennetz 516 für den Spulenwechsel- bzw. Lunttenhandling-Roboter 518 vorgesehen, der dem Roboter 252,254 nach Fig. 16 entspricht. Das Netz 516 umfasst für jede Maschine einen jeweiligen U-förmigen Abschnitt, der aber dem entsprechenden U-förmigen Abschnitt des Transportnetzes 502 entgegengerichtet ist. Ueber Verbindungsstücke 520 kann der Roboter 518 von einer Maschine zu einer anderen geführt werden.

Spulenwechseloperationen werden vorzugsweise nach einer vorbestimmten "Wechselstrategie" ausgeführt, wovon ein Beispiel in PCT Patentanmeldung Nr. PCT/CH/91/00225 beschrieben ist. Nach dieser Strategie werden die Wechseloperationen abwechselnd auf der einen bzw. der anderen Seite der Maschine durchgeführt, um die Arbeitsbelastung der Bedienungsgeräte 226,228 (Fig. 16) zu verringern. Es ist nämlich notwendig, beim Neueinfädeln des Streckwerkes jedesmal eine Spulenwechseloperation mit einer Fadenbruchbehebung zu koordinieren, so dass beim Spulenwechsel das Bedienungsgerät 226 bzw. 228 stets bei den betroffenen Spinnstellen vorhanden sein sollte. Dies bedeutet natürlich, dass das Bedienungsgerät zur Bedienung von anderen Spinnstellen nicht zur Verfügung steht, obwohl allenfalls andere Störungen (die eine Fadenbruchbehebung erfordern) an diesen anderen Spinnstellen vorkommen.

Die bevorzugte Maschinenanordnung umfasst daher mindestens zwei Bedienungsgeräte (Fig. 16), die je einer Maschinenseite zugeordnet sind. Während ein Bedienungsgerät daher zur Mitarbeit bei einer Spulenwechseloperation auf der einen Maschinenseite abgeordnet werden kann, ist das Bedienungsgerät auf der anderen Maschinenseite freigestellt, die Spinnstellen zu bedienen, die keine Spulenwechseloperation erfordern.

Die Anforderung (in der Form eines Signals) zum Heranführen eines voll beladenen Trolleyzuges aus der

- 36 -

Transporteinrichtung an eine bestimmte Ringspinnmaschine wird vorzugsweise von dieser Maschine selbst (zum Beispiel gemäss EP-392482) erzeugt. Das Positionieren dieses Trolleyzuges gegenüber der Ringspinnmaschine hängt aber dann von der Gesamtanordnung ab. Es könnte zum Beispiel vorgesehen werden, dass eine gesamte Maschinenseite jedesmal mit Trolleyzügen besetzt wird, wonach Spulenwechseloperationen durch den Roboter durchgeführt werden. Die Informationen bezüglich der Gatterstellen, welche aus diesen Trolleys zu besetzen sind, sollten in der Ringspinnmaschine bzw. im Roboter (eher als in der Zentralsteuerung 514 der Transporteinrichtung) vorhanden sein.

Im wahrscheinlicheren Fall, dass der Trolleyzug kürzer als die Gesamtlänge der Maschine ist, und, dass die Spulenwechseloperationen gruppenweise erfolgen, muss jeder Trolleyzug in einer geeigneten Position gegenüber der Ringspinnmaschine gestellt und verriegelt werden. In diesem Fall ist vorzugsweise eine Schnittstelle zwischen der Steuerung 514 der Transporteinrichtung und der Steuerung der Ringspinnmaschine zu definieren, so dass die Bewegungen des Trolleyzuges ab dieser Schnittstelle von der Ringspinnmaschinensteuerung übernommen werden (z.B. nach EP 392482). Die geeigneten Positionsinformationen können entweder vom Roboter an die Ringspinnmaschine abgegeben werden oder sie können in der Ringspinnmaschinensteuerung vorhanden sein und an den Roboter übertragen werden.

Das Auslösen einer Spulenwechseloperation kann von der Ringspinnmaschine entweder nach Zeit oder (vorzugsweise) gemäss der abgelieferten Luntmenge (d.h. in Abhängigkeit von der Maschinengeschwindigkeit) gerechnet werden.

Ob die Anordnung nach Fig. 17 (mit einer Verbindung für den Roboter zwischen zwei oder mehr, (in Fig. 17 vier), Maschinen

- 37 -

möglich ist oder nicht, hängt von der Spulenwechselhäufigkeit ab, was wiederum von der Garnnummer abhängig ist. Falls die Verbindung möglich ist, sollte der Uebergang von einer Maschine zu einer anderen durch die Zentralsteuerung 514 der Transporteinrichtung in Abhängigkeit von der Belieferung der Maschinen mit Trolleys koordiniert werden.

Eine Spinnmaschine braucht aber eine Transporteinrichtung nicht nur für die Zufuhr des Vorlagematerials sondern auch zum Weiterbefördern des Produktes der Spinnmaschine selbst. Die meisten modernen Ringspinnmaschinen sind heute mit zwei Transportbändern nach Fig. 18 ausgerüstet. Jeder Spindelreihe ist ein eigenes mit Zapfen versehenes Band zugeordnet. Die Leerhülsen werden auf je einen Zapfen durch die Bewegung des Bandes in der Längsrichtung der Maschine dem Doffautomat und dadurch den Spinnstellen zugeführt - die gleichen oder anderen am Band befestigten Zapfen dienen der Abfuhr der vollen Kopse, nachdem sie durch den Doffautomat den Spindeln abgenommen werden. Beispiele solcher Systeme sind in US 3791123; CH 653378 und EP 366048 zu finden. Neuere Systeme, die auf der Basis des sogenannten Peg Trays beruhen, sind z.B. aus der europäischen Patentanmeldung Nr. 45 03 79 zu entnehmen.

Die Spinnmaschinen nach neueren Verfahren brauchen andere Transporteinrichtungen, z.B. zum Befördern von Kannen an die bzw. zum Weiterbefördern von Kreuzspulen von der Rotorspinnmaschine. Beispiele solcher Systeme sind in DE 4015938.8 vom 18.05.1990 (Kannenzufuhr) bzw. DOS 4011298 und DOS 4112073 (Kreuzspulentransportsystem) zu finden.

Die Aktorik der (Ring-) Spinnmaschine

Die Aktorik der Maschine umfasst sowohl die ein- wie auch die angebauten Elemente und Aggregate. Die Aktorik für die

- 38 -

eingebauten Elemente umfasst mindestens Antriebe für die Spindeln, die Streckwerke und Ringbank. Ein modern konzipiertes System (Einzelantrieb) zum Antreiben der Spindeln, Ringbank und Streckwerke einer Ringspinnmaschine ist in EP 349831 und 392255 gezeigt, wonach für jede Spindel und auch für einzelne Streckwerkreihen je ein eigener Antriebsmotor vorgesehen ist. Das heute noch am meisten gebrauchte Antriebssystem (Zentralantrieb) für die Ringspinnmaschine umfasst einen Hauptmotor im Antriebskopf der Maschine und Uebertragungsmittel (z.B. Längswellen, Riemen bzw. Zahnräder), um die Antriebskräfte vom Hauptmotor auf die Antriebselemente zu übertragen.

In einer Maschine nach Fig. 16 muss auf jeden Fall je ein Zusatzmotor für die Doffvorrichtungen 222,224 vorgesehen werden. Die Aktorik für die eingebauten Elemente umfasst auch die Antriebe der Transporteinrichtungen für Kopse (z.B. nach DOS 3610838) oder für Leerhülsen in der Aufsteckung (z.B. nach WO 90/12133).

Die angebauten Hilfsaggregate umfassen natürlich sowohl die Roboter 226,228 und 252,254 als auch Transporttrolleys 238, die vorläufig an der Maschine positioniert sind. Weitere Beispiele solcher Aggregate sind Reinigungsroboter, Bläser oder andere fahrbare Automaten z.B. für den Läuferwechsel.

Einige dieser Aggregate haben eigene Antriebe (fahrbare Bedienungsautomaten). Andere haben möglicherweise keinen eigenen Antrieb sondern sind von einem der Maschine an- bzw. eingebauten Antrieb abhängig (siehe z.B. den Trolleyantrieb gemäss Fig. 16 bis 18 von WO 90/12133) bzw. einem Antrieb nach der europäischen Patentanmeldung Nr. 42 11 77. Die Antriebe dieser Hilfsaggregate sind auch als die Aktorik der Spinnmaschine zu betrachten, sofern sie von der Maschinensteuerung beeinflussbar sind.

- 39 -

Wichtige Aktorikelemente sind diejenigen, welche zum "Stilllegen" einer Spinnstelle dienen, wobei "Stilllegen" hier "als effektiv produzierende Spinnstelle stillegen" zu verstehen ist. In den meisten Fällen werden nämlich beim Stillegen einer einzelnen Spinnstelle nicht alle Arbeitselemente dieser Spinnstelle zum Stillstand gebracht, sondern das Spinnen wird in dieser Spinnstelle unterbrochen. Dies kann zum Beispiel durch Abbrechen der Materialzufuhr und/oder durch das absichtliche Erzeugen eines Fadenbruches geschehen.

In einer weitgehend automatisierten Maschine (z.B. der Rotorspinnmaschine) kann dies problemlos von einer zentralen Maschinensteuerung aus durch die eine oder die andere Möglichkeit bewerkstelligt werden. Es kann z.B. der Antrieb an die Speisewalze unterbrochen werden, um die Materialzufuhr an die Auflösewalze bzw. den Rotor der Spinnstelle zu unterbinden. Es kann aber auch ein sogenannter Qualitätsschnitt in der Qualitätsüberwachung der Spinnstelle bzw. Spulstelle durchgeführt werden, um den Fadenlauf zu unterbrechen. In der Rotorspinnmaschine oder Düsenspinnmaschine kann ein solcher "Schnitt" durch die absichtliche Unterbrechung des Zufuhrmaterials verursacht werden.

In der heutigen konventionellen Ringspinnmaschine sind solche Möglichkeiten nicht vorhanden, da die Aktorik der einzelnen Spinnstellen nicht unter der direkten Kontrolle der zentralen Maschinensteuerung steht. In solchen Maschinen kann aber die Stillegung einer Spinnstelle durch ein fahrbares Hilfsaggregat bewerkstelligt werden, z.B. nach dem System der europäischen Patentanmeldungen Nrn. 388938, 394671 und 419828 d.h. durch die Betätigung einer Luntenklemme, um die Materialzufuhr zu unterbinden.

Die Ausnützung einer Luntenklemme zum Unterbrechen der Materialzufuhr wird bei allen Maschinentypen wichtig sein, wo das

- 40 -

Vorlagematerial über ein Streckwerk an die Spinnenelemente geliefert wird, weil normalerweise das Abstellen einer einzelnen Position eines Streckwerks unmöglich ist. Den Luntenklemme der einzelnen Spinnstellen können natürlich auch je eine Betätigungsvorrichtung zugeordnet werden. Diese sind dann auch von einer zentralen Maschinensteuerung aus betätigbar. Beispiele solcher Luntenklemmen sind in EP 322636 und EP 353575 zu finden.

Die Steuerung der Spinnmaschine und ihre Hilfsaggregate

Die heute konventionelle Ringspinnmaschine (mit Zentralantrieb) hat normalerweise eine zentrale Mikroprozessorsteuerung, die geeignete Steuersignale für das Zentralantriebssystem (normalerweise durch Ansteuerung von Frequenzumrichter) erzeugt. Ein Einzelantriebssystem kann z.B. eine "verteilte" Steuerung nach EPO 389849 umfassen. Neuartige Spinnmaschinen (Rotor- bzw. Luftspinnmaschinen) sind auf jeden Fall mit verteilten Steuerungen versehen - siehe z.B. EP 295406 oder den Artikel "Mikroelektronik - heutige und zukünftige Einsatzgebiete in Spinnereibetrieben" in Melliand Textilberichte 6/1985, Seite 401 bis 407, wobei die verteilten Steuerungen sinnvollerweise eine zentrale koordinierende Maschinensteuerungszentrale umfassen. Dies gilt auch für Spulmaschinen z.B. nach dem Artikel "Der Beitrag elektronisch gesteuerter Textilmaschinen zur betrieblichen Informationstechnik" von Dr. T. Rüge (Reutlinger Spinnerei Kolloquium 2/3 Dezember 1987).

Die fahrbaren Hilfsaggregate haben je eine eigene autonome Steuerung - siehe z.B. EP 295406, EP 394671 oder EP 394708 (Obj. 2083). Obwohl diese Steuerungen autonom arbeiten, ist jede der Maschinensteuerung hierarchisch unterstellt. Bei einem bevorstehenden Doffvorgang z.B. werden die Roboter 226,228 durch die koordinierende Maschinensteuerung aus den

- 41 -

Arbeitsbereichen der Doffautomaten 222,224 wegbefohlen (z.B. gemäss DOS 2455495).

Die Steuerung 514 der Fig. 17 ist ebenfalls als eine "Maschinensteuerung" zu betrachten, d.h. die Transporteinrichtung, welche zwei Verarbeitungsstufen verbindet, kann organisatorisch als eine "Maschine" betrachtet werden. Dies gilt nicht, wenn die betreffende Einrichtung in einer Maschine eingebaut bzw. einer Maschinensteuerung hierarchisch unterstellt ist.

Die Sensorik der heutigen (Ring-) Spinnmaschine

Im Vergleich zu den Maschinen für die neuen Spinnverfahren (z.B. Rotor-bzw. Düsen-spinnmaschinen) ist die Sensorik der heutigen Ringspinnmaschine ausgesprochen dürftig. Die Rotor-spinnmaschine z.B. ist schon lang mit einer Sensorik versehen, welche sowohl den Zustand der einzelnen Spinnstelle als auch die Qualität des darin hergestellten Garnes wiedergibt (siehe EP 156153 und den darin erwähnten Stand der Technik. Für eine moderne Ueberwachung - siehe ITB Garnherstellung 1/91, Seite 23 bis 32.4). Aehnliche Systeme sind auch für die Filamentverarbeitung in der Falschdralltexturiermaschine entwickelt worden - siehe z.B. DOS 3005746. Die Spulmaschine, welche die Kopse der Ringspinnmaschine zu Kreuzspulen verarbeitet, ist heute bereits mit einer hochgezuchteten Sensorik versehen - siehe z.B. DOS 3928831, EP 365901, EP 415222 und US 4984749.

Es sind Vorschläge bekannt, wonach die Ringspinnmaschine ebenfalls mit einem hochentwickelten internen Kommunikationssystem und einer entsprechenden Sensorik zu versehen wäre - siehe z.B. EP 322698 und EP 389849 (= DOS 3910181). Solche Vorschläge erfordern (für ihre Realisierung) die Ueberarbeitung der gesamten Ringspinnmaschine, was wegen der damit

- 42 -

verbundenen Kosten - und den entsprechenden Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit des Verfahrens - nicht schlagartig sondern nur schrittweise vor sich gehen kann.

In der nächsten Zukunft wird die Ringspinnmaschine wohl deswegen kein internes Kommunikationssystem erhalten. Informationen über die Zustände der einzelnen Spinnstellen werden deswegen nicht aus einzelnen Sensoren an den jeweiligen Spinnstellen sondern durch fahrbare Ueberwachungsgeräte gesammelt werden müssen. Solche Geräte sind schon lange bekannt (z.B. aus DOS 2731019) - eine neuere Variante, wonach die Ueberwachung in einem Fadenbruchbehebungsautomat integriert wird, ist in EP 394671 (= DOS 3909746) gezeigt worden. Weitere Sensoren der Ringspinnmaschine, welche für die Beschickung der Aufsteckung wichtig sind, kann man beispielsweise aus WO 90/12133 entnehmen. Weitere Sensoren sind für den Betrieb der Kops- bzw. Leerhülsen-Transporteinrichtung notwendig, wobei solche Sensoren heute bekannt sind und deswegen hier nicht im Detail beschrieben werden, (siehe aber z.B. DE-Patentschrift 3344473).

Es ist zu bemerken, dass die Sensorik der Spinnmaschine angebaut statt eingebaut werden kann. Ein Beispiel eines solchen Systems ist im Artikel "Ueberwachung der Qualität von OE-Rotorgarnen" in ITB Garnherstellung 1/91, Seite 23 bis 32 zu finden.

Gleichgültig ob die Spinnmaschine mit einer an- oder eingebauter Sensorik versehen ist, wird sie mit mindestens gewissen Sensorikelementen ausgerüstet werden, die ihre Ausgangssignale an die Maschinensteuerung liefern. Diese "maschineneigenen" Signale ergeben ein Abbild des "Zustandes" der Maschine. Sie beantworten unter anderem Fragen, die für die "Sicherheit" wichtig sind, z.B.

- 43 -

- steht bzw. bewegt sich ein fahrbares Gerät momentan in einem Bereich, wo eine Kollision mit einem anderen Maschinenteil (z.B. einem eingebauten Doffautomat) entstehen könnte?
- werden physikalische Grenzwerte überschritten, die zu einem Schaden führen können (z.B. Drehzahl, Lagertemperaturen, Stromwerte) ? - siehe z.B. DOS 4015483.
- steht eine Person bzw. ein Hindernis in der Fahrbahn eines bewegbaren Teiles?
- ist in der Maschine eine Operation gestartet worden, die nicht sofort abgebrochen werden darf?

Die entsprechenden Sensoren können als die Sicherheitssensorik der entsprechenden Maschine bezeichnet werden. Die Sensoren dürfen dabei auf einer Nachbarmaschine oder einem Transportsystem installiert sein. Wichtig ist, dass die Sensorensignale an die zutreffende Maschinensteuerung geleitet werden.

Die Steuerung der Gesamtanlage

Der in Fig. 17 abgebildeter Spinnstuhl stellt nur einen Teil der Gesamtanlage dar. Eine gesamte Spinnerei ist z.B. in DOS 3924779 gezeigt. Andere Beispiele sind in den folgenden Artikeln zu finden:

1. "Ueberwachung der Qualität von OE-Rotorgarnen" in ITB Garnherstellung 1/91, Seite 23 bis 32.
2. "Vergleich von Anforderungsprofil und Realität für eine automatisierte Spinnerei" in Textilpraxis International vom Oktober 1990 (ab Seite 1013).

- 44 -

Die Steuerung der Gesamtanlage ist derart ausgelegt, dass die Verarbeitungsstufen "verkettet" sind. Sofern der Transport zwischen den Verarbeitungsstufen automatisiert ist, können Signale von einer "Quelle" (liefernde Maschine) und einer "Senke" (zu beliefernde Maschine) von der Steuerung des Transportsystems zu einem "Fahrauftrag" verarbeitet werden, welcher sodann an eine Transporteinheit erteilt wird, (vorausgesetzt natürlich, dass eine freie beladene Transporteinheit bereitsteht). Wo gewisse Operationen noch nicht automatisiert sind, ist der Einsatz einer Bedienungsperson erforderlich.

Bevor eine Maschine eine Handlung über die Aktorik auslöst, wird zuerst im von der Sicherheitssensorik erzeugten Abbild des Maschinenzustandes kontrolliert, ob diese Handlung ohne Gefahr und Schaden durchgeführt werden kann.

Die Verkettung der Verarbeitungsstufen einer Spinnereianlage mit oder ohne Bedienungseingriffe ist heute weitgehend auf der "Maschinenebene" gelöst - Beispiele sind dem schon erwähnten Stand der Technik zu entnehmen. Die Verkettung der Anlage durch eine konventionelle oder noch weiterentwickelte Kombination von Aktorik/Sensorik/Steuerungen auf Maschinenebene (d.h. ohne den Prozessleitreehner) wird vorzugsweise beibehalten, damit ohne Prozessleitreehner oder bei Ausfall des Prozessleitreehners die Anlage, wenn auch mit reduzierter Leistung, betrieben werden kann.

Der Prozessleitreehner

Den einzelnen Maschinensteuerungen, welche zu einem autonomen Betrieb der Anlage völlig ausreichen, wird nach dieser Erfindung ein Prozessleitreehner überlagert, um eine Prozessleitebene zu bilden. Fig. 19 zeigt eine entsprechende

Ausführung, welche als Modifikation der Anlage nach Fig. 14 ausgeführt ist.

Fig. 19 zeigt schematisch die Verbindung des Prozessleitrechners mit einzelnen Maschinen. Die dadurch veranschaulichten Prinzipien gelten aber auch für die Verbindung mit weiteren bzw. mit allen Maschinen der Gesamtanlage. Fig. 19 zeigt schematisch eine mögliche Variante der Architektur für eine Prozess-Steuerung mit dem Leitreechner 340, dem Netzwerk 350, dem Rechner 390 und dem Rechner 410, die vorher im Zusammenhang mit Fig. 14 beschrieben wurden. Jeder Rechner 340, 390 hat nach wie vor die ihm zugeordneten Speicher 343, 345 bzw. 391 und Treiber 347, 349 (Fig. 14) bzw. 393, 394, (Fig. 14) 395, 396 (Fig. 14), wobei in Fig. 19 gewisse Elemente nicht mehr gezeigt sind, da sie aus Fig. 14 ersichtlich sind. Diese Prozess-Steuerung kann für die Gesamtanlage oder nur für einen Teil davon (z.B. für den Spinnsaal nach Fig. 9 bzw. 17 vorgesehen werden.

Zusätzliche Treiber 412 bzw. 416 bestimmen die notwendigen Schnittstellen für die Kommunikation zwischen zwei Zusatzrechnern 414 bzw. 418 und dem Netzwerk 350. Beide Zusatzrechner 414, 418 sind mit Treibern (nicht gezeigt) versehen, welche die Schnittstellen zwischen dem jeweiligen Rechner 414, 418 und Anzeige und Bedienungselemente, wovon nur die mit dem Rechner 414 verbundene Anzeige 420 und Bedienung 422 gezeigt sind.

Der Rechner 418 steuert eine Klimaanlage, welche den Saal klimatisiert, worin sich die durch die Rechner 390 und 410 gesteuerten Maschinen (unter anderem) befinden. Diese Anlage hat natürlich mit den Prozessabläufen an und für sich nichts unmittelbar zu tun, beeinflusst aber massgebend die Umgebung, worin diese Abläufe abgewickelt werden müssen und dementsprechend die erzielten Resultate dieser Abläufe. Die Klima-

- 46 -

anlage ist mit einer Sensorik versehen, die in Fig. 19 schematisch durch einen Sensor 424 vertreten wird.

Der Rechner 414 steuert ein Datenerfassungssystem, welches der durch den Rechner 390 gesteuerten Maschine angebaut ist. Das Datenerfassungssystem umfasst eine Sensorik die in Fig. 19 durch die Sensoren 426 und 428 vertreten ist. Die Sensorik des Erfassungssystems gewinnt Messdaten über Zustände in der vom Rechner 390 gesteuerten Maschine, liefert aber die entsprechenden Ausgangssignale (Rohdaten) nicht an den Rechner 390, sondern an den Rechner 414. Dieser kann (muss aber nicht) eine Verbindung 430 mit dem Rechner 390 aufweisen, die nachfolgend näher erläutert wird, liefert aber die gewonnenen Rohdaten trotzdem über das Netzwerk 350 an den Rechner 340.

Der Prozessleitrechner 340 kann nun Steuerbefehle über das Netzwerk 350 an den Rechner 390 und/oder an den Rechner 414 senden. Wenn solche Steuerbefehle vom Rechner 414 empfangen werden und das Datenerfassungssystem betreffen, ist keine Kommunikation über die Verbindung 430 notwendig. Wenn solche Befehle aber die Aktorik der Maschine selbst betreffen, müssen sie über die Verbindung 430 an die Maschinensteuerung 390 weitergeleitet werden, falls sie vom Rechner 414 empfangen werden. Diese Anordnung ist nicht wünschenswert, da der Prozessleitrechner 340 vorzugsweise direkt mit dem Rechner 390 kommuniziert. Die Anordnung ist aber nicht aus der Erfindung ausgeschlossen und könnte sich als notwendig erweisen, falls die "Mitarbeit" des Datenerfassungssystems notwendig ist, um die aus seinen Daten gewonnenen Resultate in Steuerbefehle für die Maschine umzuwandeln. Dies könnte z.B. der Fall sein, wo das Datenerfassungssystem (vielleicht als eine Nachrüstung) von einem Lieferant zur Verfügung gestellt wird, der die Maschine selbst nicht liefert, oder dort, wo auch ein autonomer Betrieb des Systemteils 390 - 414

- 47 -

vorkommt, z.B. beim Spuler (390) und Garnreiniger (414) für die Mitteilung "Garn geschnitten".

Fig. 19 zeigt auch einen weiteren Rechner 432, welcher dem Rechner 390 zugeordnet ist. Rechner 432 steuert z.B. ein Bedienungsgerät, welches der vom Rechner 390 gesteuerten Maschine ständig zugeordnet ist. Der Rechner 432 kann nicht direkt, sondern nur über den Rechner 390 mit dem Prozessleitrechner 340 kommunizieren. Der Rechner 432 erhält Steuerbefehle vom Rechner 390 und arbeitet sonst als autonome Einheit. Er steuert eigene Antriebe 434, 436 und hat eigene Sensoren 438, 440. Der Sensor 438 ist zur Überwachung eines Betriebszustandes der autonomen Einheit (des Bedienungsgerätes) vorgesehen - der Sensor 440 hingegen überwacht einen Zustand der vom Rechner 390 gesteuerten Maschine. Die Rohdaten des Sensors 440 werden dementsprechend kontinuierlich oder intermittierend an den Rechner 390 weitergeleitet.

Ein in der Maschine vorgesehenen Sensor 442 könnte zur Überwachung eines Zustandes der autonomen Einheit vorgesehen werden. Seine Rohdaten müssten nicht an den Rechner 432 weitergeleitet werden, würden aber die an ihn gerichteten Steuerbefehle beeinflussen.

Die Verbindung 444 zwischen den Rechnern 390 und 432 muss nicht kontinuierlich bestehen. Eine geeignete Verbindung zwischen der Steuerung einer Ringspinnmaschine und einem dieser Maschinen untergeordneten Ansetzroboters ist in unserer europäischen Patentanmeldung Nr. 394671 gezeigt worden. Der Rechner 432 kann (wie die Rechner 390 und 414) mit eigenen Anzeige- bzw. Bedienungselementen versehen werden, die aber in Fig. 19 nicht gezeigt sind.

Ausnahmezustände (Abkoppeln, Abschalten, Ausfälle):

- 48 -

Wie in der Einleitung erwähnt wurde, ist es gelegentlich wichtig bzw. erwünscht, eine Maschine vom Prozessleitsystem abzukoppeln. Das ist in Fig. 19 schematisch durch die "Schalter" 446,448 die nicht "frei", sondern nur unter vorgegebenen Umständen betätigt werden können, was schematisch durch die Schlüssel 450 angedeutet ist. Diese Darstellung gilt nur zur Erklärung des Prinzipes - es ist nicht notwendig, die Verbindung mit dem Netzwerk zu unterbrechen, um die Abkoppelung zu bewirken. Das Abkoppeln wie sie auch immer bewirkt wird, darf nur unter kontrollierten Umständen (durch bestimmte Personen) durchgeführt werden.

Eine vom Prozessleitreehner abgekoppelte Maschine untersteht wieder der vollen Kontrolle der Bedienungspersonals. Es können dann z.B. Wartungsarbeiten oder Versuche (unabhängig vom geleiteten System) durchgeführt werden.

Das Abkoppeln einer Maschine muss

- an den Prozessleitreehner gemeldet werden,
- derart ausgeführt werden, dass die mit der abgekoppelten Maschine verketteten Maschine(n) weiterhin vom Prozessleitreehner geleitet werden können.

Vorzugsweise ist eine "abgekoppelte" Maschine vom Prozessleitsystem nicht gänzlich isoliert - sie meldet weiterhin ihre jeweiligen Zustandsinformationen an dieses System, reagiert aber nicht mehr auf Steuerbefehle ihres jeweiligen Leitreehners. Der "Schalter" funktioniert in einem gewissen Sinn als eine "Diode", welche die Signalübertragung nur in einer Richtung ermöglicht.

In der bevorzugten Ausführung funktioniert die Kommunikation zwischen der Maschinensteuerung und dem Prozessleitreehner auch weiterhin nachdem der "Schalter" betätigt worden ist;

- 49 -

die Maschinensteuerung ist aber derart umgestellt, dass sie Steuerbefehle vom Prozessleitrechner (nach der Betätigung des Schalters) nicht mehr an die Aktorik leitet, sondern nur Steuerbefehle, die über die Steuerungsbedienung eingegeben werden.

Es ist auf jeden Fall wünschenswert, dass die Bedienerunterstützung vom Prozessleitrechner aufrechterhalten wird, auch für eine Maschine, die vom Prozessleitsystem "abgekoppelt" ist. Dies ist natürlich unproblematisch, wenn diese Unterstützung über die Bedieneroberfläche der Maschine geleistet und die Kommunikation zwischen der Maschinensteuerung und dem Prozessleitrechner auch bei Abkoppelung der Maschine vom Prozessleitsystem aufrechterhalten wird. Die Maschinensteuerung kann dann Befehle des Prozessleitrechners an die Bedienungsoberfläche weiterleiten, die Maschinenaktorik aber bis zur Aufhebung der Abkoppelung von den Befehlen des Leitrechners abschotten. Insbesondere sollte es dem Prozessleitrechner möglich sein, über die Bedienungsunterstützung anzuzeigen, dass das Wiederankoppeln der abgekoppelten Maschine "erwünscht" ist, z.B. weil die Produktion dieser Maschine zur Erfüllung eines dringenden Produktionsauftrages erforderlich ist.

Es ist auch gelegentlich notwendig, eine Maschine beim Durchführen von Arbeiten daran "abzuschalten" z.B. zum Ausführen gewisser Unterhaltsarbeiten oder beim Sortimentswechsel. Auch in diesen Fällen sollte weiterhin die Bedienungsunterstützung vom Prozessleitrechner möglich sein, auch dann, wenn diese Unterstützung über die Bedienungsfläche der Maschine geleistet wird. Es ist dementsprechend vorzugsweise Schaltmittel (z.B. in Verbindung mit der Maschinensteuerung vorgesehen), um die Aktorik (bzw. vorbestimmte Elemente davon) abzuschalten, ohne die Kommunikation zwischen dem

- 50 -

Prozessleitrechner und der Bedienungsoberfläche (oder anderem Unterstützungsmittel) abzubrechen.

Es können daher Mittel vorgesehen werden, um eine abgekoppelte Maschine auf verschiedene Weise weiter zu betreiben z.B. im "Normalbetrieb" (aber ohne die Funktion des Prozessleitrechners) oder im "Servicebetrieb". Es könnten sogar verschiedene "Schlüssel" vorgesehen werden, um die Maschine in dem einen oder dem anderen Betriebszustand einzustellen.

In allen diesen Fällen werden die Zustände der Maschine vorzugsweise weiterhin an den Prozessleitrechner gemeldet.

Zustandsabbild / Sicherheitszustände:

Sowohl jede Maschinensteuerung wie auch der Prozessleitrechner speichert ein Abbild der jeweiligen gesteuerten Anlage teil ab. Der Prozessleitrechner hat aber viel mehr Daten zu bearbeiten, als eine von ihm gesteuerte Maschinensteuerung. Da die Verarbeitung (Auslegung) dieser Informationen eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein Steuerbefehl des Prozessleitrechners den momentanen Zustand der gesteuerten Maschine adequat berücksichtigt. Dies ist besonders in Zusammenhang mit dem Sicherheitszustand der Maschine wichtig. Die "Verantwortung" für die Sicherheit ist daher auf die Maschinensteuerungsebene gesetzt.

Die Sicherheit hängt im wesentlichen von Bewegungen der Maschinenteile ab. Diese Bewegungen bestimmen geometrisch definierbare "Felder" bzw. (dreidimensionale) "Räume". Es ist daher möglich, einer bestimmten Steuerung die Verantwortung für ein vorgegebenes Sicherheitsfeld bzw. Sicherheitsraumes zuzuordnen. Dieses Prinzip wird nachfolgend anhand der Fig.

20 näher erklärt, wobei zweidimensionale Felder als Beispiele dargestellt werden.

Fig. 20A zeigt das einfachste Beispiel - das "Sicherheitsfeld" 550 einer Maschine 552 umhüllt die Maschine mit einem vorgegebenen Abstand, welcher die maximalen Ausdehnungen von bewegbaren Maschinenteilen (z.B. Dofferbalken 222,224, Fig.16) berücksichtigt. Innerhalb dieses Sicherheitsfeldes können alle bewegbaren, der Maschinensteuerung untergeordneten Elemente sich bewegen (z.B. auch Bedienungsroboter).

Fig. 20B zeigt eine etwas kompliziertere Variante, wo "Enklaven" 554 innerhalb des Sicherheitsfeldes 556 einer Maschine 558 vorgesehen sind. Solche "Enklaven" stellen die Sicherheitsfelder einer anderen Steuerung bzw. anderer Steuerungen dar z.B. einer bewegbaren, an der Maschine angebauten Sensorik (siehe beispielsweise den Artikel "Wirtschaftliche Prozessdatenerfassung mit dezentralen Subsystemen" von H. Howald, in Textil Praxis International vom März 1983, Seite 230 ff), oder einer in der Maschine integrierten separat gesteuerten Vorrichtung (beispielsweise eines Garnreinigers in einer Spulmaschine - siehe z.B. WO 85/01073).

Fig. 20C zeigt dann eine weitere Komplikation, nämlich wo ein bewegbares Element (z.B. ein Transporttrolley) gelegentlich in das Sicherheitsfeld 560 einer Maschine 562 "eindringen" muss. Die folgenden Möglichkeiten können vorgesehen werden:

- 1) die "Sicherheitsverantwortung" für den Trolley wird an die Steuerung der Maschine "übertragen", wenn das neue Element in das entsprechende Feld eindringt.
- 2) die Maschinensteuerung gibt einem Bereich 564 ihres Sicherheitsfeldes 560 für das Eindringen des neuen

- 52 -

Elementes frei, und die Sicherheitsverantwortung für diesen Bereich wird somit von der Maschinensteuerung an die Steuerung des bewegbaren Elementes "abgetreten".

Schliesslich zeigt Fig. 20D eine Variante wo einer Maschine 570 ein "veränderbares" Sicherheitsfeld 572 zugeordnet wird, z.B. weil dieses Feld eine bewegbare Ausdehnung 574 entsprechend einem fahrbaren Roboter umfasst. Ein zweites Element (z.B. ein Bläser) hat ein Sicherheitsfeld 576, das normalerweise an das Feld 572 angrenzt, wobei aber eine Ueberlappung zustande kommt, wenn die "Ausdehnung" 574 des Feldes 572 sich in das Feld 576 einzudringen droht. In diesem Fall kann eine "Ausweichpflicht" für das eine oder das andere bewegbare Element vorbestimmt werden.

Die Funktion des Prozessleitrechners bzw. erforderliche Daten

Die Funktionen eines Leitrechners sollten gegenüber den Funktionen eines Datenerfassungssystems abgegrenzt werden, wobei der Leitrechner auch Erfassungsaufgaben erfüllen kann. Die Datenerfassung stellt sich die Aufgabe, einen sinnvollen Ueberblick zu erzeugen. Möglichkeiten sind zum Beispiel im Artikel "Prozessdatenerfassung in der Ringspinnerei - Anwendung und Weiterverarbeitung der Prozessdaten von USTER RINGDATA am praktischen Beispiel" von W. Schaufelberger aufgezeigt. Der Artikel wurde am Reutlinger Spinnerei Kolloquium vom 2/3 Dezember 1986 vorgetragen.

Die Funktion des Leitrechners im Spinnereibetrieb hängt von der ihm durch den Anwender gestellten Aufgabe ab. Diese Funktion kann z.B. darin bestehen, die grundsätzlich autonom betriebsfähige Anlage anhand einer vorgegebenen Strategie zu optimieren. Eine andere Aufgabe kann darin bestehen, die Anlage über längere Perioden ohne Bedienungseingriff betriebs-

- 53 -

fähig aufrechtzuerhalten, was sowohl Dispositions- wie auch Instandhaltungsaufgaben beinhaltet.

Um eine garnproduzierende Anlage auf diese Art und Weise zu leiten, braucht der Leitreechner z.B. die folgenden Informationen:

- die Betriebszustände der einzelnen Spinnstellen ("in Betrieb" / "stillgelegt" und eventuell der Grund für die Stilllegung); diese Informationen dienen der Kalkulation und Ueberwachung der Gesamtproduktion der Anlage während eines gegebenen Zeitintervalls,
- die "Qualität" des erzeugten Produktes der einzelnen Spinnstellen, d.h. für jede Spinnstelle Informationen darüber, ob das in dieser Spinnstelle produzierte Garn innerhalb vorgegebener Toleranzwerte liegt oder nicht ,
- die verschiedenen Garntypen, die an den einzelnen Spinnstellen produziert werden; dies dient der Hochrechnung und Ueberwachung der Fertigstellung gegebener Lose (Aufträge).

Es bestehen heutzutage keine Sensoren bzw. Sensorkombinationen, die imstande sind, den Garntyp einer laufenden Spinnstelle eindeutig festzustellen. Diese Informationen müssen deswegen von der Bedienung eingegeben werden. Solche Einstellungen werden hier nicht behandelt, siehe aber z.B. unsere schweizerische Patentanmeldung Nr. 1374/91 vom 7. Mai 1991.

Wie schon im vorangehenden Kapitel "Sensorik" angedeutet wurde, sind die Spinnmaschinen der neuen Spinnverfahren (Rortorspinnen, Düsenspinnen) meistens selbst in der Lage, die notwendigen Informationen an den Prozessleitreechner zu

- 54 -

liefern, mindestens in dem Sinn, dass die Informationen in der Maschine selbst vorhanden sind. Die heutige Ringspinnmaschine hingegen ist nur über Hilfsaggregate imstande, die notwendigen Informationen zu liefern, wobei auch dann Qualitätsangaben vom Garnreiniger der Spulmaschine bezogen werden müssen (siehe z.B. EP 365901). Unsere schweizerische Patentanmeldung Nr. 697/91 vom 07.03.1991 zeigt eine Möglichkeit, das Zusammenwirken der Bedienungsautomaten der Ringspinnmaschine und des Garnreinigers der Spulmaschine dadurch zu optimieren, dass die Informationsbestände der beiden Maschinen ausgetauscht werden.

Der Prozessleitreechner hat daher vorzugsweise über sein Kommunikationsnetzwerk bzw. seine Kommunikationsnetzwerke den Zugang zu den ihm wichtigen Rohdaten der Sensorik in der Anlage, bzw. in den von ihm gesteuerten Maschinen. Die Rohdaten enthalten die volle Information eines bestimmten (für das Prozessleitsystem wichtigen) Sensors, allenfalls derart aufbereitet, dass Fehlinterpretationen vermieden werden. Als Beispiel wird angenommen, der Fadenbruchsensoren an einer bestimmten Spinnstelle signalisiert einen Fadenbruch - aus diesem Signal kann nur dann auf einen Fadenbruch geschlossen werden, wenn die Spinnstelle (bzw. die Maschine) "in Betrieb" ist, was durch ein weiteres Signal (bzw. durch weitere Signale) in der Signalaufbereitung berücksichtigt werden muss.

Prozessleitsystem / Maschinensteuerung

Die Erfindung beruht auf einer klaren "Aufgabenteilung" zwischen dem Prozessleitsystem (Prozessleitreechner) und den Maschinensteuerungen.

Es ist die Aufgabe des Prozessleitsystems, "vorausschauend" (auf der Basis einer ihm vorgegebenen "Strategie") zu "disponieren", d.h. das Prozessleitsystem muss Trends bzw.

- 55 -

Tendenzen im Prozessablauf der Gesamtanlage erkennen und die einzelnen Sollwerte im Hinblick auf die Strategie optimieren. Um diese Aufgaben zu erfüllen, braucht das Prozessleitsystem (der Prozessleitrechner) Informationen bezüglich des Betriebszustandes für jede Arbeitsstelle der Anlage. Dies stellt hohe Anforderungen an die Informationsübertragungsfähigkeiten des Netzwerkes bzw. der Netzwerke zwischen den Maschinen und dem Rechner. Das Prozessleitsystem muss aber nicht kontinuierlich über den momentanen Stand der Anlage informiert werden, sondern ist gegenüber Verzögerungen in der Datenübertragung unempfindlich, vorausgesetzt dass diese Verzögerungen die Trends noch so frühzeitig erkennen lassen, dass das Prozessleitsystem wenn notwendig korrigierend eingreifen kann.

Demgegenüber ist es nicht Aufgabe des Prozessleitsystems, jede letzte Operation in der Anlage zu steuern. Dies bleibt die Aufgabe der Maschinensteuerungen, die je ein Abbild der momentanen Zustände der von ihnen gesteuerten Elemente und Aggregate gespeichert haben müssen. Der Prozessleitrechner hat ein Abbild der Gesamtanlage gespeichert, das den momentanen Zustand aller für den Prozessleitrechner relevanten Daten darstellen muss und zum Feststellen von Zustandsänderungen ausgelegt ist, und zwar mit einer maximalen Verzögerung, die in Abhängigkeit von der schnellsten zu erwartenden Zustandsänderungen festgelegt wird.

Der Prozessleitrechner hat dementsprechend Zugriff zu den Rohdaten der Sensorik der Anlage, aber keine direkten "Steuerungsbefugnisse". Der Prozessleitrechner gibt Steuerbefehle im Sinne von Sollwerten oder von Sollzustandsänderungen (z.B. "vorzeitig Abspinnen") an die Maschinensteuerung ab, die aber diese Befehle erst nach Verarbeitung durch das eigene Steuerprogramm und unter Berücksichtigung den momentan

- 56 -

abgebildeten Zustandes der von ihr gesteuerten Elemente und Aggregate als Steuerungssignale an die Aktorik weitergibt.

Plausibilitätskontrolle

Die Software der Maschinensteuerung muss die vom Leitrechner empfangenen Steuerbefehle auf ihre Plausibilität kontrollieren. Dies gilt für alle Aspekte der steuerbaren Abläufe, so dass die Maschinensteuerung eine "Berechtigung" erhalten kann, einen Steuerbefehl "in Frage zu stellen", wenn dieser Befehl mit dem in der Maschinensteuerung abgespeicherten Abbild des Maschinenzustandes nicht zusammenpasst. Die Software der Maschinensteuerung kann z.B. derart ausgelegt werden, dass sie einen solchen Steuerbefehl erst dann befolgt, wenn er durch eine Eingabe des Personals bestätigt wird oder wenn ein den Eingriff zulassender Maschinenzustand erreicht wird.

Ein Widerspruch zwischen einem Steuerbefehl und dem Sicherheitszustand der Maschine (wie dieser Zustand in den Speichern der Maschinensteuerung abgebildet wird), muss auf jeden Fall zu einem Alarm führen, (auch dann wenn der Befehl "bestätigt" wird), weil diese Situation bei allen vorgesehenen Abläufen ausgeschlossen wird. Das "Vorkommen" der Situation deutet dementsprechend auf einen gefährlichen Defekt im System.

Erzeugen von Steuerbefehlen:

Es gibt grundsätzlich zwei Arten von Steuerbefehlen

- diejenige, die ohne Eingriff des Bedienungspersonals ausgeführt werden können, und
- diejenige, die nur durch über solche Eingriffe ausgeführt werden können.

- 57 -

Die effektiven Möglichkeiten in einem gegebenen Fall hängen vom Maschinentyp ab und zwar davon, ob die Aktorik der Maschine automatisch steuerbar ist, oder nicht. In einer modernen Ringspinnmaschine wird zumindest die Drehzahl eines Hauptantriebsmotors automatisch steuerbar sein, der Verzug bzw. der Wechsel des Läufertypes hingegen nur in Ausnahmefällen bzw. gar nicht.

Sofern die Maschineneinstellungen automatisch steuerbar sind, kann der Leitreechner diese Einstellungen durch an die Maschinensteuerung(en) abgegebene Sollwerte beeinflussen und an die Umgebungsänderungen anpassen. Wenn z.B. eine Analyse ergibt, dass die Anzahl Fadenbrüche in der Anfahrphase des Kopsaufbaues die realistisch erwarteten (empirisch über Zeit) ermittelten Werte übersteigt, kann die "Drehzahlkurve" (Fig. 21) der Maschine angepasst werden, um die Anzahl Fadenbrüche in dieser Phase wieder zu senken. Diese Kurve definiert die Sollwerte für die Drehzahl des Hauptantriebsmotors (oder der einzelnen Spindelmotoren) über den Kopsaufbau. (siehe z.B. CH 1374/91 - vgl. DOS 4015638).

Wenn hingegen an der Spulmaschine festgestellt wird, dass die Garnhaarigkeit der eingestellten Werte nicht genügt, (Läuferwechsel angezeigt) oder dass die Garnnummer sogar falsch ist (Verzugsänderung angezeigt), kann der Leitreechner eine Instruktion über das Netzwerk 350 an die betroffene Maschine senden, wobei diese Instruktion auf der Bedienungsoberfläche der Maschine angezeigt werden muss. Falls die Anpassung der Betriebsbedingungen dringend notwendig ist, muss der Leitreechner gleichzeitig ein Warnruf (z.B. nach PCT Patentanmeldung Nr. WO91/16481) an das zutreffende Personal senden, um die geeignetste Person auf die Notwendigkeit/Art der erforderlichen Neueinstellung aufmerksam zu machen (Alarmsystem).

- 58 -

Auf keinen Fall kann der Prozessleitrechner direkt in die Arbeitsabläufe des Prozesses eingreifen - dies bleibt den Maschinensteuerungen bewahrt. Der Einfluss des Leitrechners ist ein mittelbarer Einfluss über Sollwerte bzw. Bedienungsunterstützung.

Bidirektionaler Informationsaustausch

Es ist wünschenswert, die Kommunikationskanäle zu und von dem Leitrechner auf eine minimale Anzahl zu begrenzen. Es sind für solche Kanäle strenge Anforderungen an die zu übertragenden Signale zu erfüllen, was vorbestimmte Schnittstellenkonfiguration am Netzwerk bzw. der Netzwerke erfordert. (siehe z.B. den Artikel "Datenschnittstellen an Textilmaschinen. Zwischenbericht über die Ausschusstätigkeit der VDI-Fachgruppe Textil und Bekleidung", in Melliand Textilberichte, II/1987, Seite 825). Die Erfüllung dieser Anforderungen findet vorzugsweise durch Signalaufbereitung in der Maschinensteuerung bzw. in einer an der Maschine angebauten Datenstation statt. Die Kommunikation einer Maschinensteuerung mit ihrer Aktorik kann unabhängig von diesen Anforderungen erreicht werden und zwar (wenn notwendig) auf unterschiedliche Weise für die verschiedenen Aktorikelemente. Durch die in dieser Anmeldung erwähnten Beispiele zeigen wir die Vielfalt der Konfigurationen, die von einem Prozessleitrechner geleitet werden können. In einer Anordnung nach Fig. 19 wäre es daher wünschenswert, wenn möglich, die Kommunikation mit dem Leitrechner entweder über die Maschinensteuerung oder über den Rechner 414 (aber nicht über beide) abzuwickeln. Dadurch wird es möglich, die Anzahl Uebertragungsmittel in der Anlage einzuschränken. Für ein Beispiel der heutigen Entwicklungen von Netzwerkstrukturen siehe "PROFIBUS-Systemübersicht für Planer und Anwender" (Dr.G.Klose) in Chemiefasern/Textilindustrie vom September 1991 (Seite 1129 ff).

- 59 -

Die kommunikationsfähige Maschine:

Fig. 22 zeigt schematisch eine Maschine 580 mit einer eigenen Steuerung 582, die Maschinenaktorik 584 steuert und Meldungen (Signale, Daten) von der Maschinensensorik 586 erhält. Diese Steuerung ist in der Form eines Computers mit geeigneten Programmen (Software). Die Maschine ist ausserdem mit einem sogenannten "Kommunikationsboard" 588 versehen, das mit der Steuerung 582 gekoppelt ist und ein Verbindungsmittel aufweist, das zum Koppeln des Boards 588 mit dem Kommunikationsnetzwerk dienen soll. In Abhängigkeit von der Gestaltung des Netzwerkes kann das Verbindungsmittel z.B. zum Verbinden mit einem Koaxialkabel oder Lichtleiter oder mit einem verdrehten Doppeldraht gebildet werden.

In der bevorzugten Ausführung wird das Netzwerk als ein Bus ausgeführt und wird nach dem sogenannten "Polling-Verfahren" (Time-Sharing) betrieben, wonach die angekoppelten Kommunikationsboards der Reihe nach abgefragt bzw. mit Daten beliefert werden.

Das Kommunikationsboard 588 umfasst vorzugsweise einen Speicher, welcher als Pufferspeicher für die gelieferten Daten bzw. die zu sendenden Daten dient. Dieser Pufferspeicher ist vorzugsweise gegenüber dem Normalbetrieb "überdimensioniert" und kann deswegen anfallende Daten über eine vorbestimmte Periode speichern, die länger als das vom System vorgegebene Pollingintervall dauert. Das Kommunikationsboard hat auch die vorerwähnten Treiber (Programme). Das Board stellt Daten aus dem Speicher zu Datenpaketen zusammen, die über das Netzwerk an den Leitrechner gesendet werden kann.

Der Prozessleitrechner und das Netzwerk wird oft (meistens) von einem System-Lieferant geliefert und installiert. Es bestehen dann zwei Möglichkeiten zum Bestimmen der

- 60 -

Schnittstelle zwischen der vom Maschinenhersteller gelieferten Elemente und dem System. Nach der ersten Möglichkeit liegt die Schnittstelle zwischen dem Kommunikationsboard 588 und der Steuerung 582. Dies kann aber zu Problemen in der Anpassung des Boards an der Steuerung führen.

Nach der bevorzugten Variante werden das Kommunikationsboard 588 und die Maschinensteuerung durch den Maschinenhersteller aneinander angepasst und zur Verbindung mit dem System vorbereitet. Dazu ist es notwendig, mit dem Systemlieferant ein geeignetes Protokoll (Uebertragungsmodus) und ein gemeinsames "Objektverzeichnis" zu vereinbaren, wobei letzteres Verzeichnis die Informationserhalte der Signale definiert. Damit sind die Prozessleitreehner und die Maschinensteuerung gegenseitig kommunikationsfähig.

Patentansprüche

1. Eine Anlage (z.B. eine Spinnereianlage) mit einem Prozessleitrechner für mindestens eine Maschinengruppe, wobei jede Maschine der Gruppe mit einer eigenen Steuerung versehen ist, welche die Aktorik der Maschine (samt allfälliger dieser Maschine zugeordneten Hilfsaggregate) steuert, und einem Netzwerk für die bidirektionale Kommunikation zwischen dem Rechner und jeder Maschine der Gruppe, dadurch gekennzeichnet, dass Steuerbefehle vom Prozessleitrechner im Betrieb der Anlage über das Netzwerk an die Maschinensteuerungen geleitet werden, und jede Maschinensteuerung die Steuerbefehle an die von dieser Steuerung gesteuerte Aktorik weiterleitet, wobei die Steuerbefehle wenn notwendig durch die Maschinensteuerung in für die Aktorik geeigneten Steuersignale verwandelt werden.
2. Eine Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Uebertragung der Steuerbefehle unmittelbar vom Prozessleitrechner an die Maschinensteuerungen erfolgt.
3. Eine Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Uebertragung über eine weitere zwischengeschaltete Vorrichtung erfolgt.
4. Eine Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Maschinensteuerung mit ihrer (gesteuerten) Aktorik unabhängig vom Kommunikationsnetzwerk zwischen der Maschinensteuerung und dem Prozessleitrechner gestaltet ist.
5. Eine Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- 62 -

die Maschine mit Sicherheitssensorik versehen ist, welche zur Signalübertragung mit der Maschinensteuerung verbunden ist, so dass die Maschinensteuerung dadurch kontinuierlich in der Lage ist, ein Abbild des Sicherheitszustandes der Maschine zu erzeugen, wobei die Maschinensteuerung derart programmiert ist, dass sie erst bzw. nur dann einen Steuerbefehl vom Prozessleitrechner ausführt, wenn nach dem Abbild des Sicherheitszustandes der Maschine dieser Zustand zur Ausführung des Befehls geeignet ist.

6. Eine Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
die Anlage mit einer Sensorik versehen ist, welche den Betrieb der Anlage auch ohne die Prozessleitsignale des Prozessleitrechners gewährleistet.
7. Eine Spinnereianlage mit einem Prozessleitrechner für mindestens eine Gruppe der Maschinen der Anlage, einer autonomen Steuerung für jede Maschine dieser Gruppe, und einem Netzwerk für die bidirektionale Kommunikation zwischen dem Prozessleitrechner und den autonomen Steuerungen, wobei Steuerbefehle vom Prozessleitrechner an die Steuerungen über das Netzwerk übermittelt werden können, dadurch gekennzeichnet, dass
für mindestens eine Steuerung derartige Bedienungsmittel vorgesehen sind, dass diese Steuerung durch die Bedienungsmittel neu eingestellt werden kann, wobei die Bedienungsmittel ein selektiv betätigbares Mittel umfasse, wodurch diese Steuerung in einem ersten oder einem zweiten Zustand gestellt werden kann, so dass in ihrem ersten Zustand die Steuerung nur auf die Bedienungsmittel reagiert und in ihrem zweiten Zustand die Steuerung sowohl auf den Bedienungsmitteln als auch auf Leitsignale vom Prozessleitrechner reagiert.

8. Eine Spinnereianlage mit mindestens einer faserverarbeitenden Maschine und einem Prozessleitrechner, wobei die Maschine mit einer Steuerung ausgerüstet ist, welche gegenüber dem Prozessleitrechner autonom arbeiten kann, und mit Sensorik zur Feststellung von vorbestimmten Betriebszuständen der Maschine versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessleitrechner entweder direkt oder über die Steuerung den Zugang zu den Rohdaten von der Sensorik erhalten kann.
9. Eine Spinnereimaschine mit einer eigenen Steuerung und einer Sensorik zur Feststellung von vorbestimmten Betriebszuständen der Maschine, gekennzeichnet, durch Mittel zur Belieferung eines Prozessleitrechners mit Rohdaten von der Sensorik.
10. Eine Spinnereianlage mit mindestens einer faserverarbeitenden Maschine und einem Prozessleitrechner, wobei die Maschine mit einer Steuerung ausgerüstet ist, welche gegenüber dem Prozessleitrechner autonom arbeiten kann, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessleitrechner Alarmsignale von der Maschinensteuerung und die Maschinensteuerung Sollwerte für Betriebsparameter vom Prozessleitrechner erhält, sodass die Steuerung gegenüber dem Prozessleitrechner autonom aber anhand von, durch den Leitrechner festgelegten, Betriebsparameter arbeiten kann.
11. Eine Spinnereianlage mit einer Mehrzahl von faserverarbeitenden Maschinen und einem Prozessleitrechner, der mit allen dieser Maschinen über ein Signalübermittlungsnetzwerk verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das gesagte Netzwerk nur ein unter einer Mehrzahl solcher Netzwerke ist, wobei jedes Netzwerk eine diesem Netzwerk

- 64 -

zugeordnete Gruppe der Maschinen mit dem Leitrechner verbindet.

12. Eine Spinnereianlage mit einer Mehrzahl von faserverarbeitenden Maschinen, wovon mindestens zwei verkettet sind und einem Prozessleitrechner, der mit diesen Maschinen verbunden ist, wobei jede Maschine mit einer eigenen Steuerung und mit einer Sensorik versehen ist, der zur Belieferung dieser Steuerung mit Daten vorgesehen ist, welche Zustände darstellen, die für den Betrieb der Maschine durch die Steuerung notwendig sind, dadurch gekennzeichnet, dass
die Sensorik derart angeordnet ist, dass sie auch Signale liefert, welche die Zustände von anderen Maschinen in der Kette darstellen und dadurch den Betrieb auch ohne den Rechner gewährleisten.
13. Eine Spinnereimaschine mit einer Maschinensteuerung, einer von der Steuerung gesteuerten Aktorik und einer Sensorik, die Signale an die Steuerung liefert gekennzeichnet,
durch ein Kommunikationsmittel, das zum kommunizieren mit einem Prozessleitrechner über einem Kommunikationsnetzwerk geeignet ist, wobei die Steuerung zur Uebertragung von Signalen an das Kommunikationsmittel und letzteres Mittel zur Uebertragung von Signalen an die Steuerung angeordnet sind.

VERTEILUNG DER WERTSCHÖPFUNG
Ringspinnerei für gekämmte Baumwolle

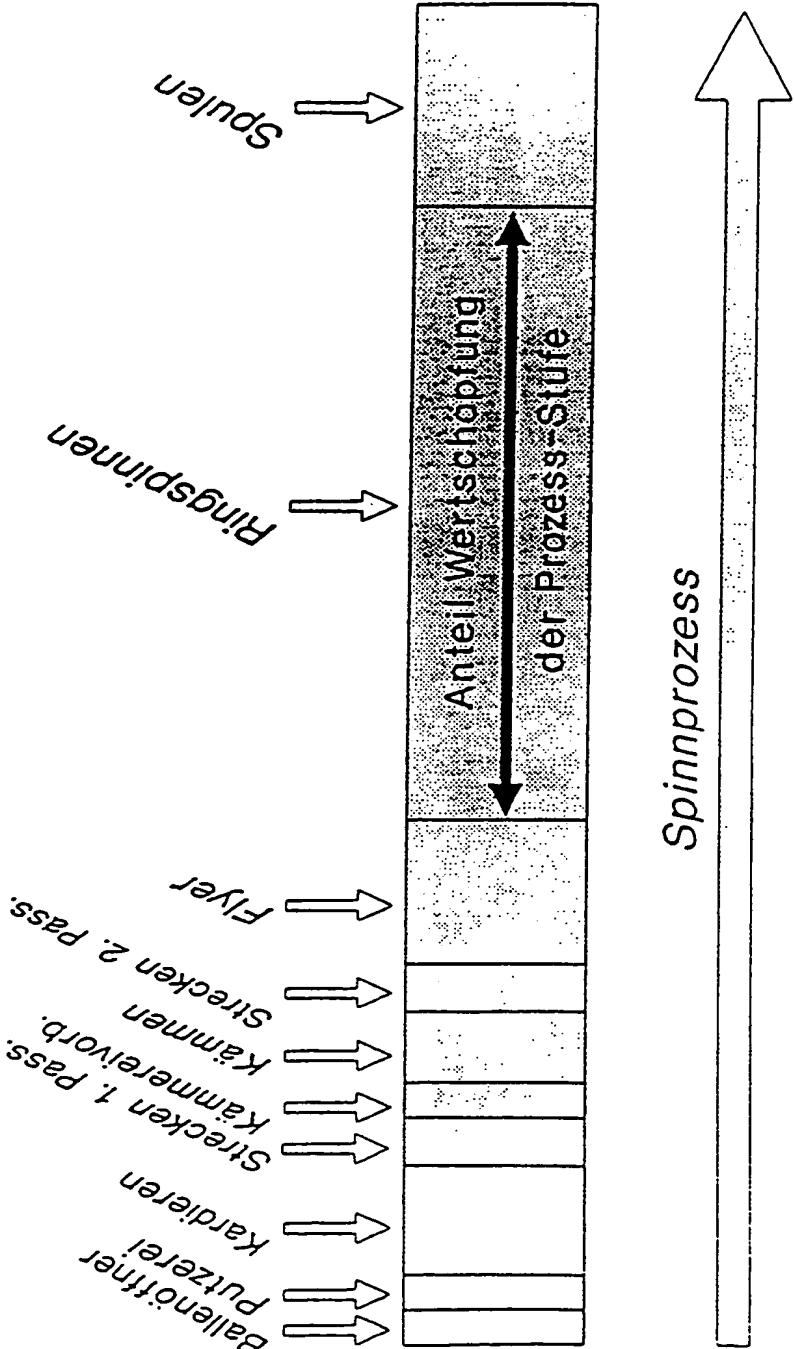


Fig. 1

PERSONALBEDARF IN DEN PROZESS-STUFEN Ringspinnerei für gekämmte Baumwolle

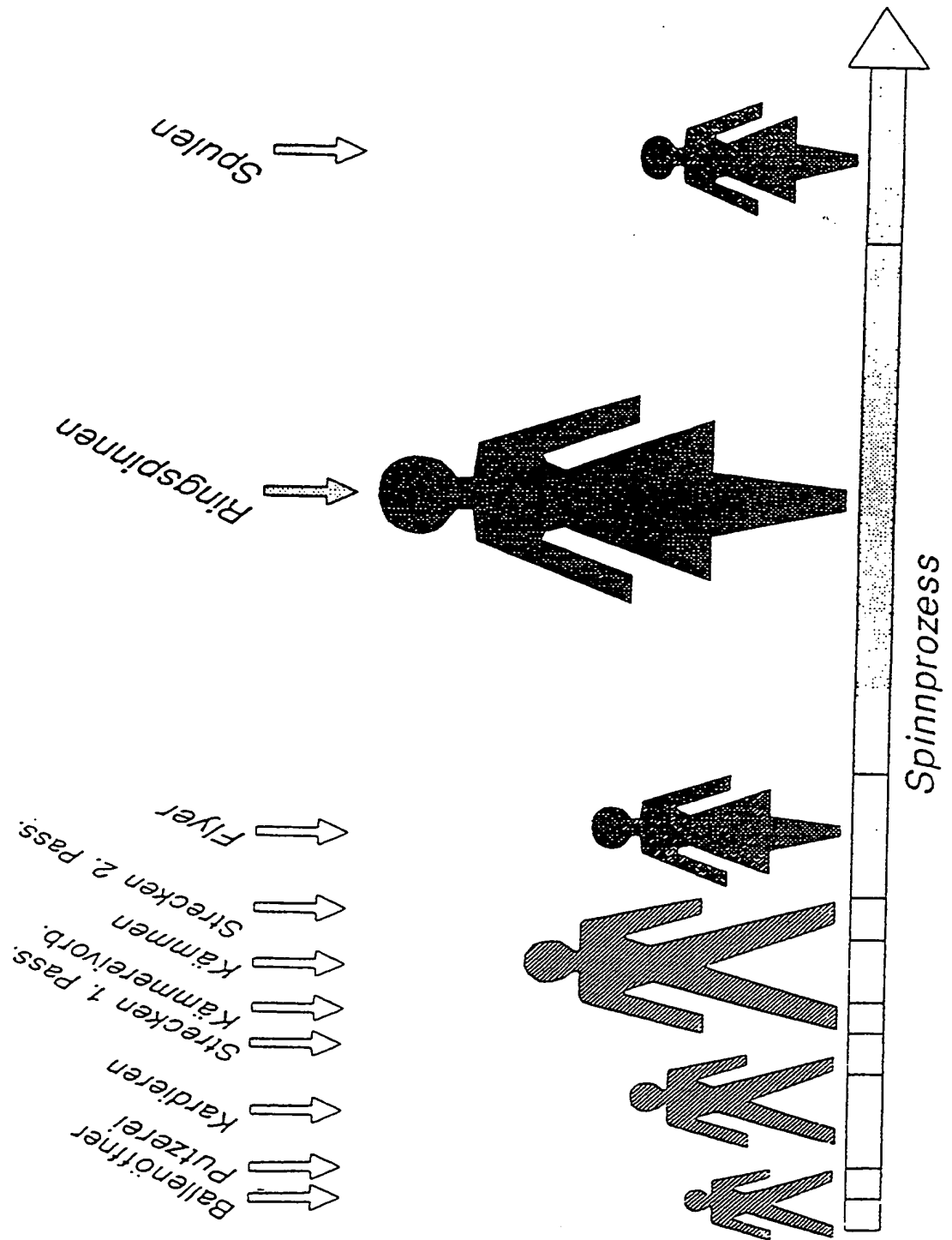


Fig. 2

FUNKTIONEN DER PROZESS-STEUERUNG IN DER SPINNEREI

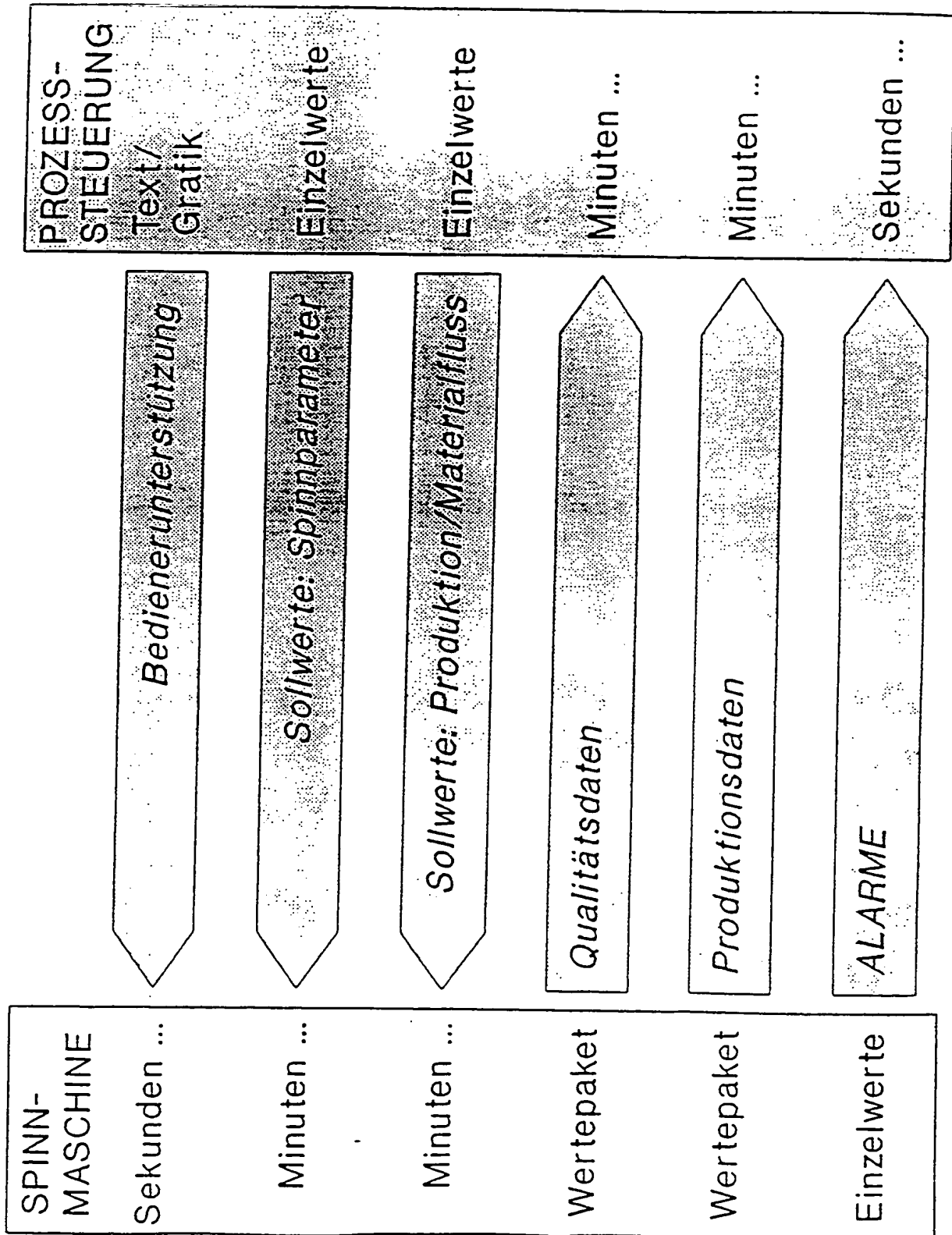


Fig. 3

EINFÜHRUNG DER PROZESS-INFORMATIK IN DER SPINNEREI

SCHÜTZEN MELDEN ÜBERWACHEN REGELN

konventionelle Spinnerei moderne Spinnerei zukünftige Spinnerei visionäre Spinnerei



GARNREINIGER

QUALITÄTSS-ÜBERWACHUNG
GARNREINIGER

PROZESS-ÜBERWACHUNG
QUALITÄTSS-ÜBERWACHUNG
GARNREINIGER

PROZESS-ÜBERWACHUNG
QUALITÄTSS-ÜBERWACHUNG
GARNREINIGER
ANLAGE-REGELUNG
UND -DARSTELLUNG

Hardware:

SPS-Steuerung
Mikroprozessor-
Platine

Industrie-PC
Mikroprozessor-
Platinensystem

Hochleistungs-PC
Signalprozessor

Mini-Rechner
Arbeitsstation

Software:

SPS-Sprachen
Assembler

Prozedurale
Sprachen

Objektorientierte
Sprachen, CASE

Expertensysteme

Fig. 4

ANFORDERUNGEN AN DIE DATENÜBERTRAGUNG



	PROZESS-STEUERUNG SCHNITTSTELLE Bit/s Priorität Sicherheit		
<i>Bedienerunterstützung</i>	100k+	hoch	gering redundant
<i>Sollwerte: Spinnparameter</i>	ca10k	gering	höchst
<i>Sollwerte: Produktion/Materialfluss</i>	ca10k	gering	hoch
<i>Qualitätsdaten</i>	1k... 1M	gering	gering redundant
<i>Produktionsdaten</i>	ca10k	gering	hoch
<i>ALARME</i>	ca1k	höchst	hoch

Fig. 5

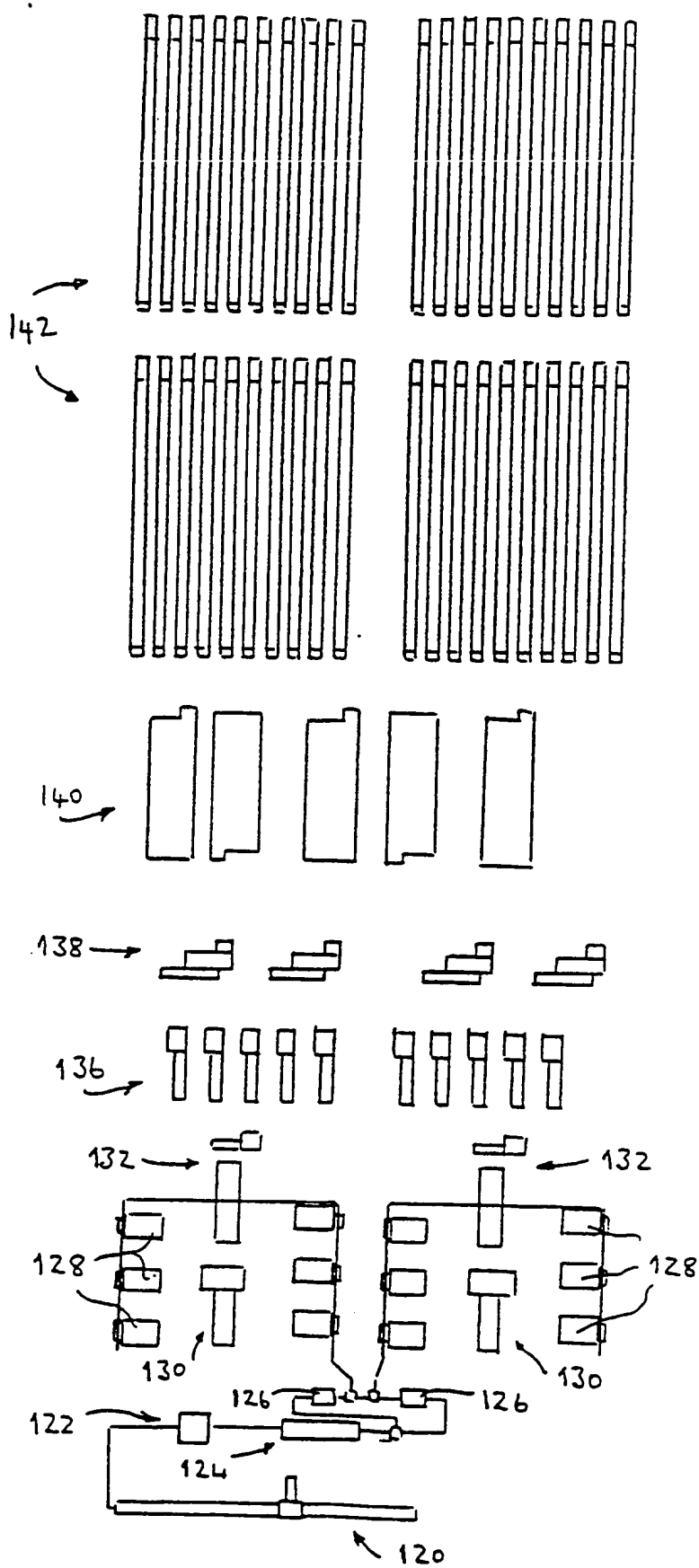


FIG. 6

7/18

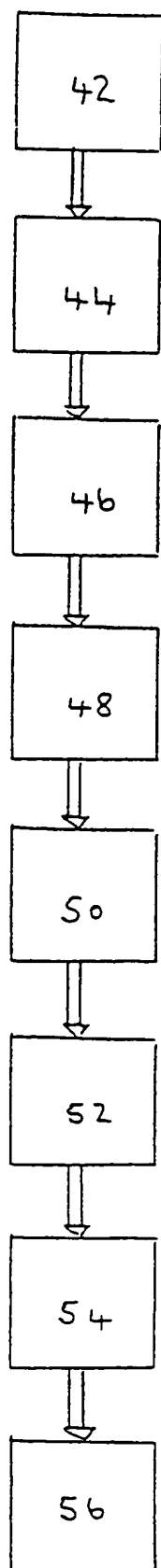
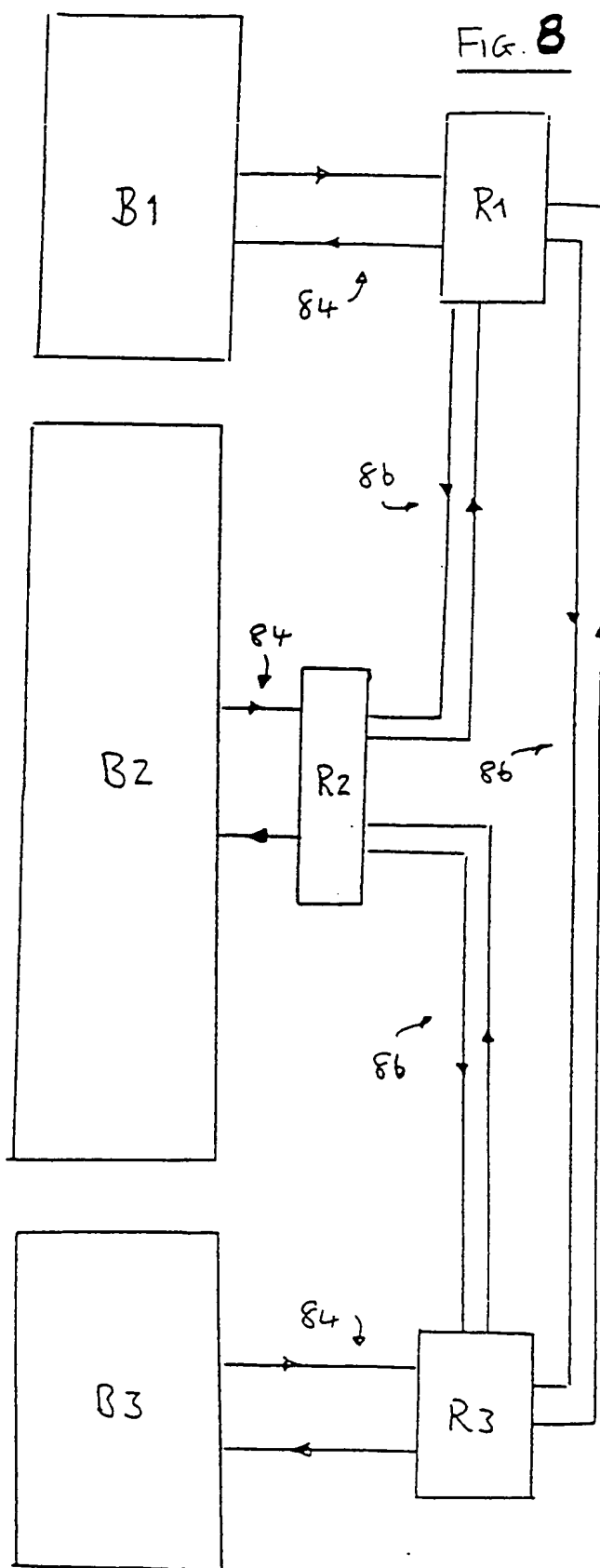
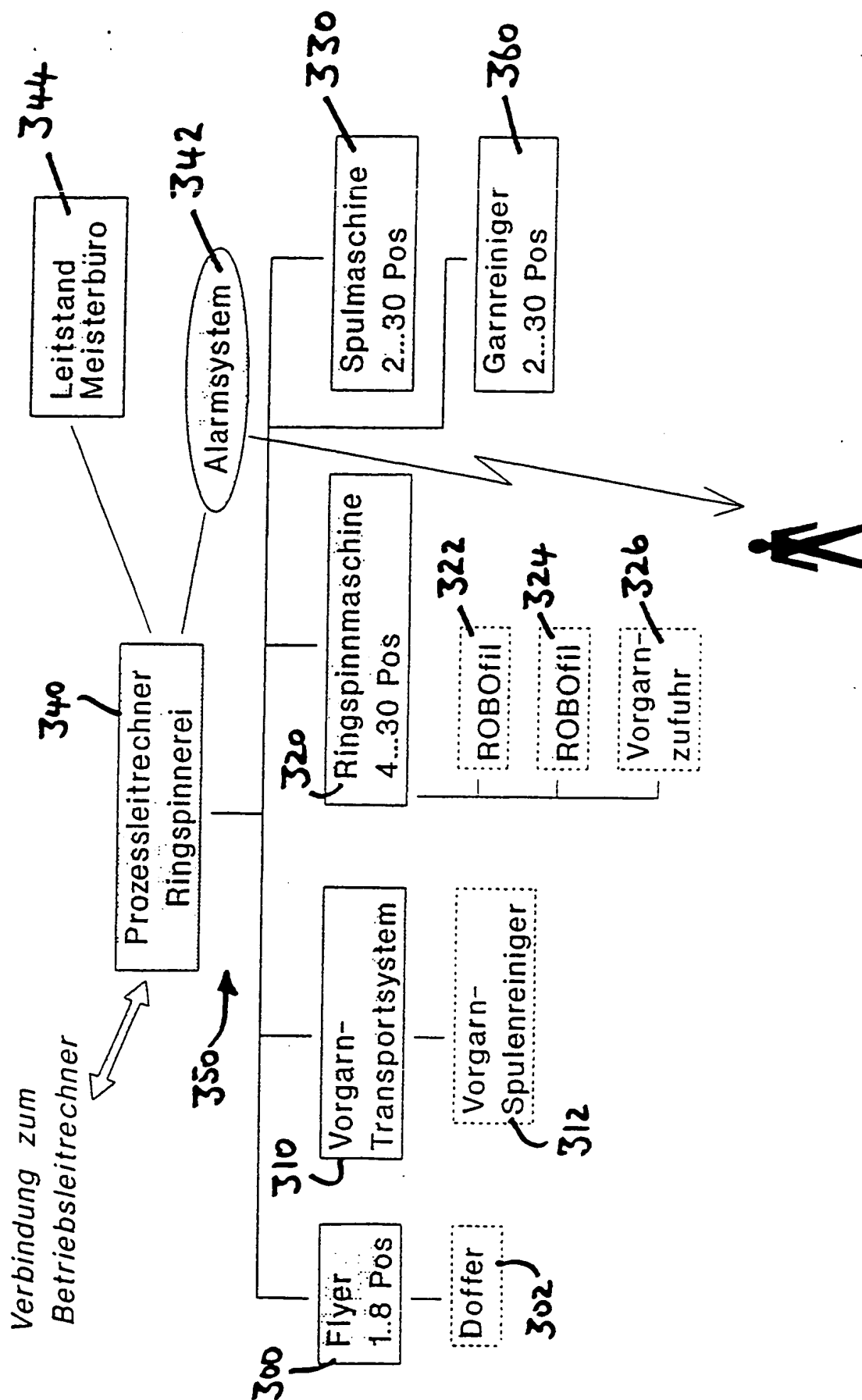
FIG. 7FIG. 8

Fig. 9.

VERNETZUNG VON MASCHINEN, BEDIENUNGSROBOTERN UND TRANSPORTSYSTEMEN



9/18

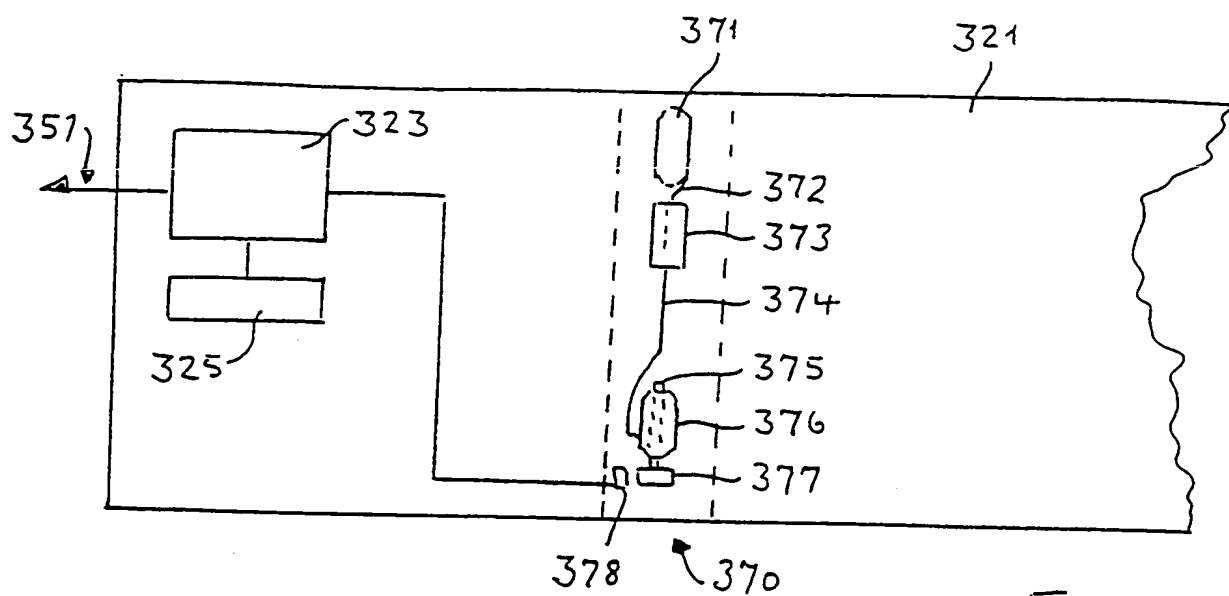


FIG 10

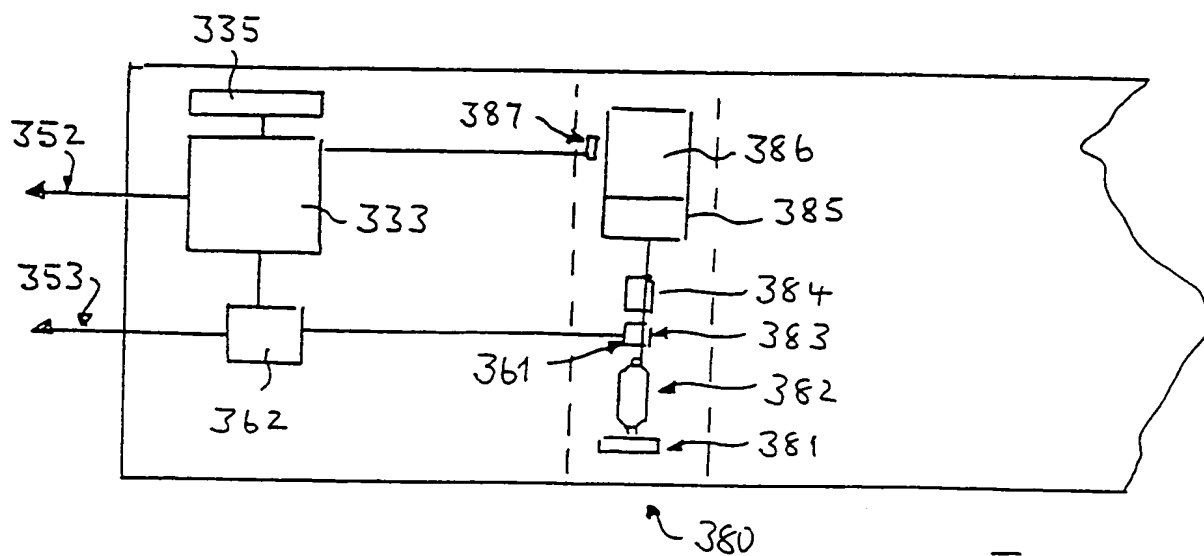


FIG 11

Fig.12.

ARCHITEKTUR EINER PROZESS-STEUERUNG

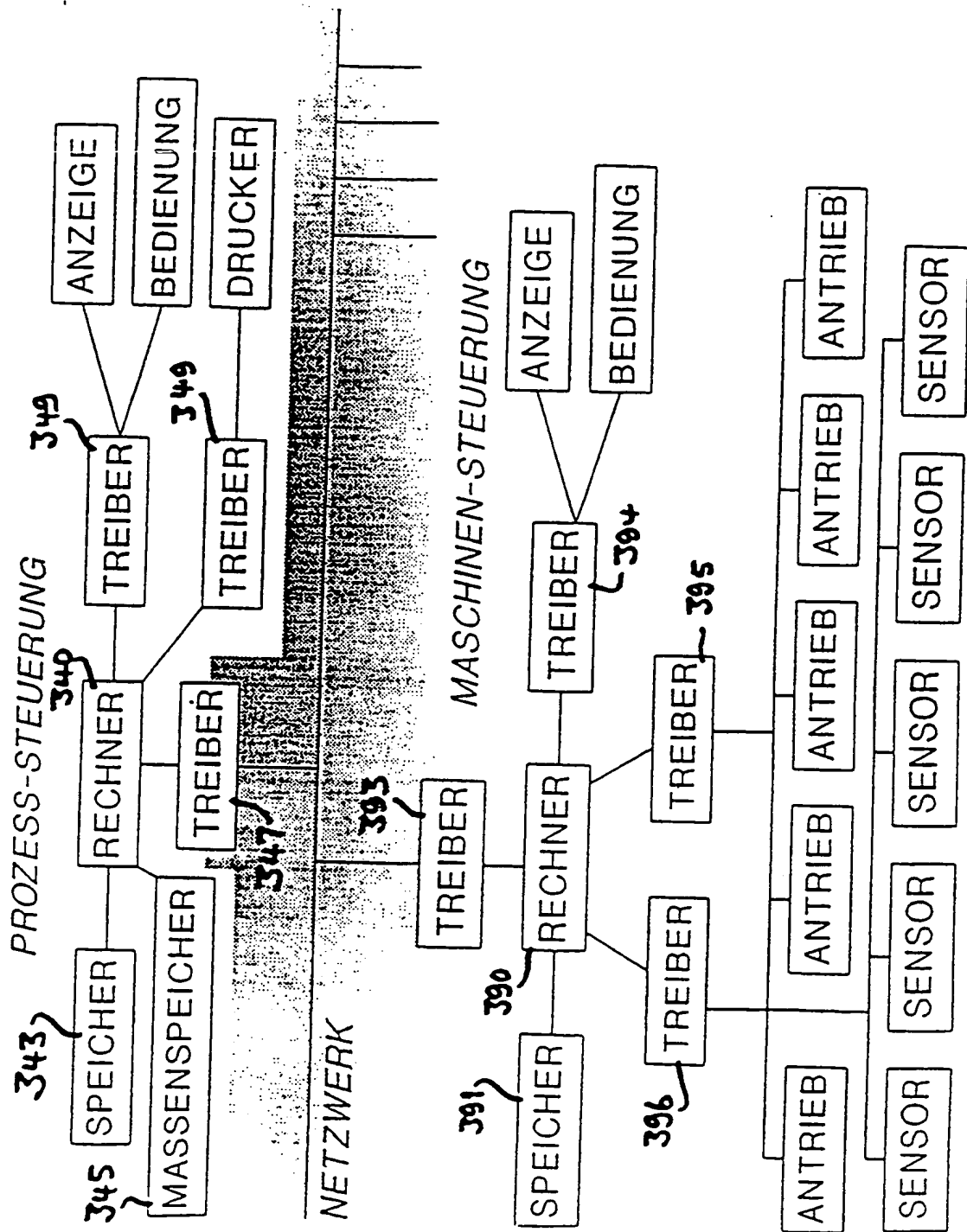


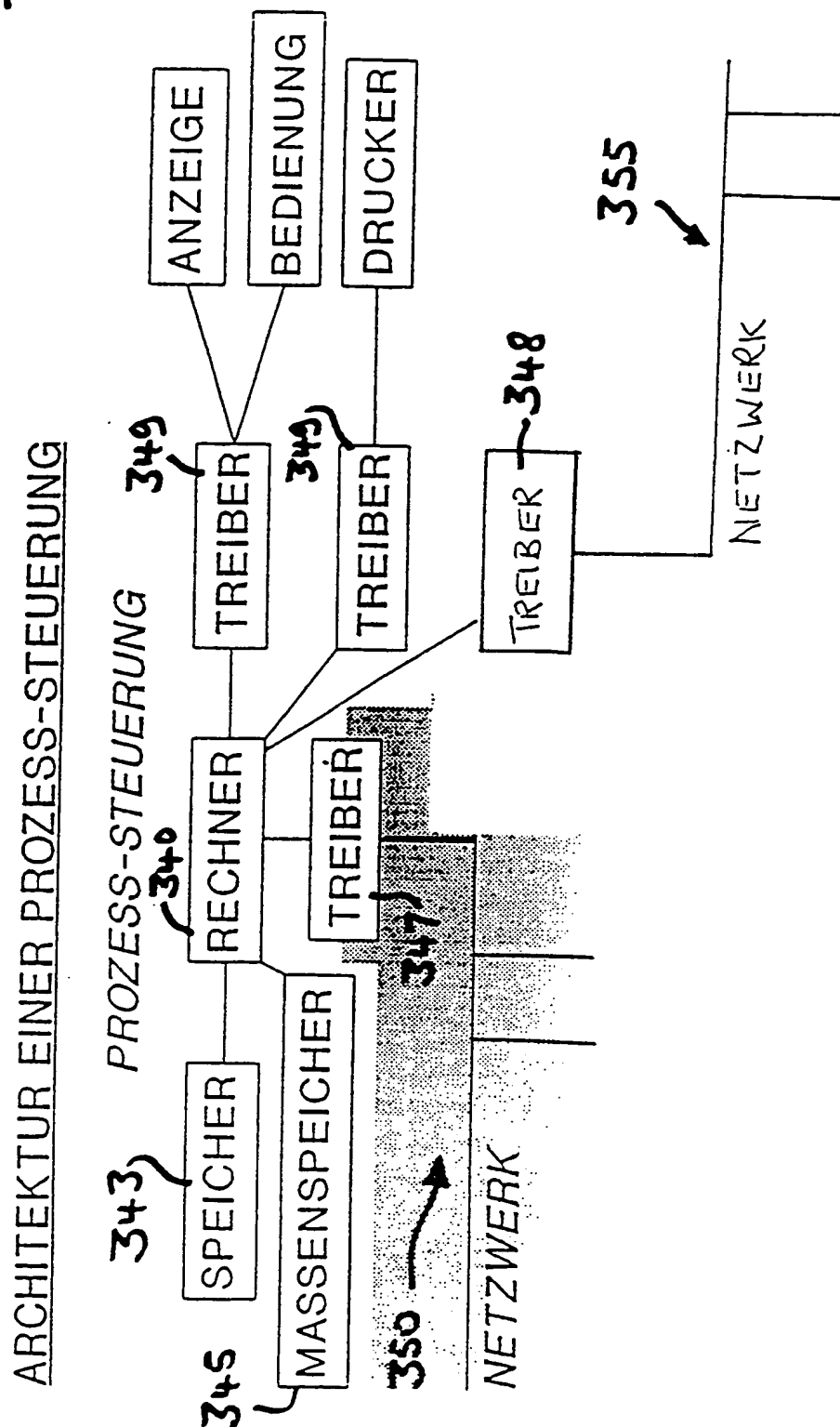
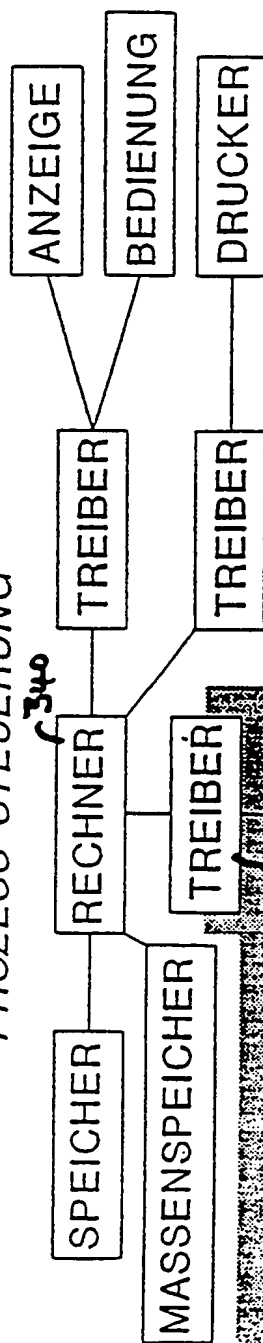
Fig. 13.

Fig. 14

ARCHITEKTUR EINER PROZESS-STEUERUNG

PROZESS-STEUERUNG

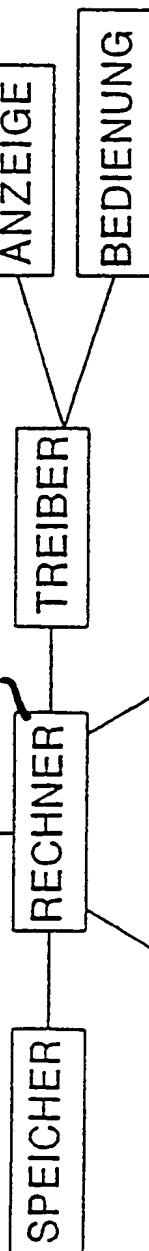


NETZWERK

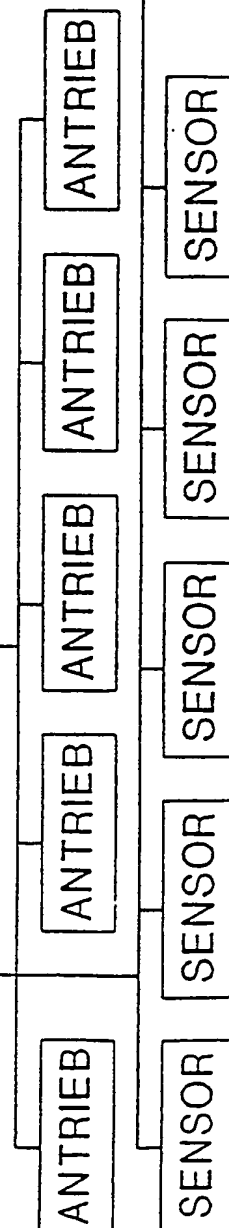
393

MASCHINEN-STEUERUNG

400



396 TREIBER ~ 395



397

SENSOR

410

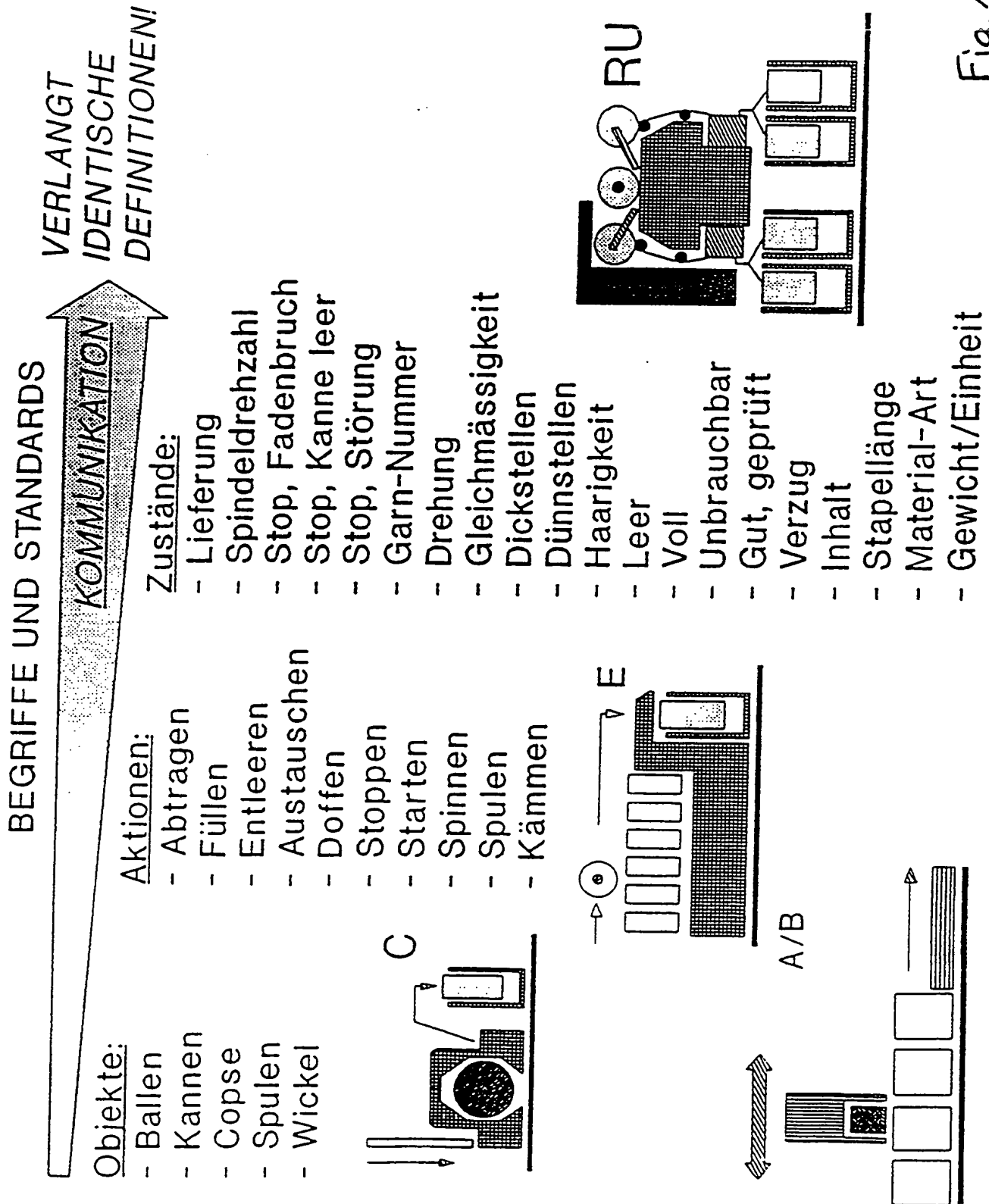


Fig. 15

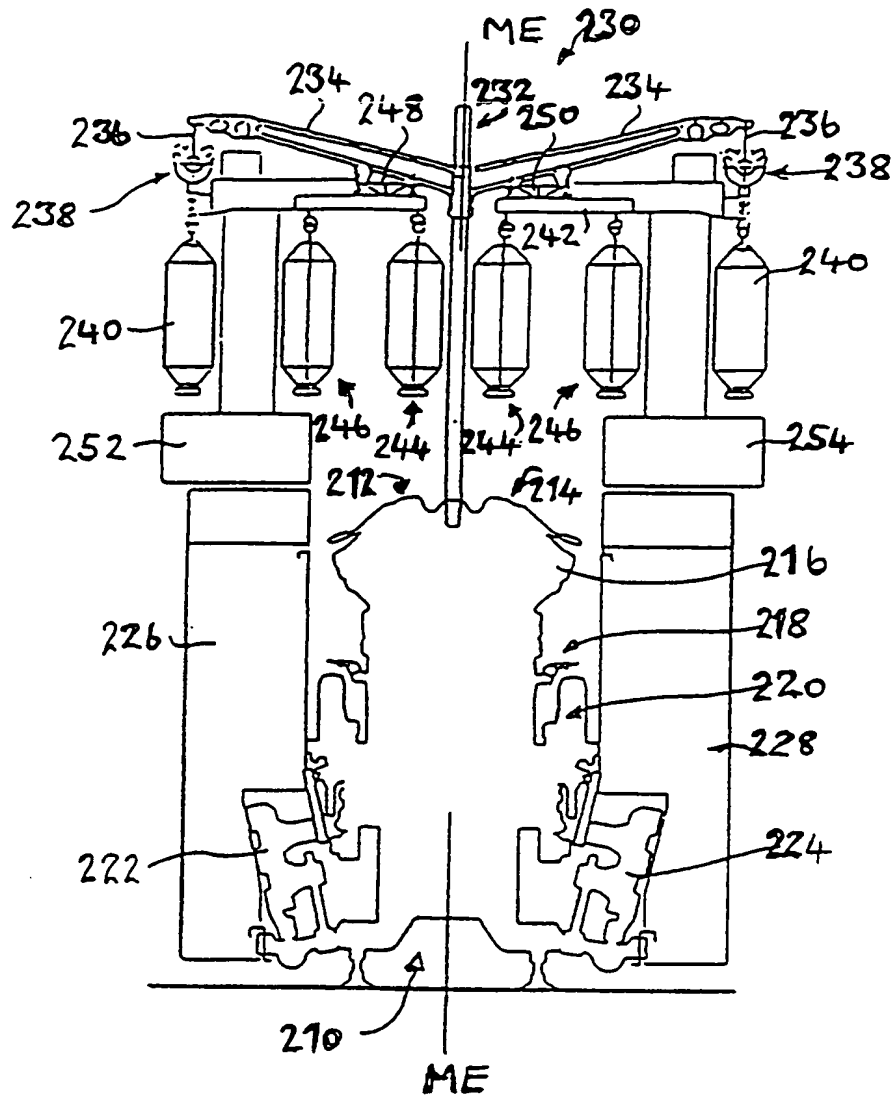


FIG. 16

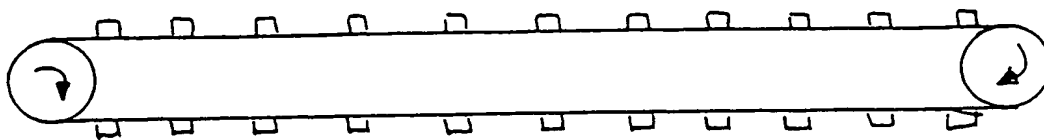
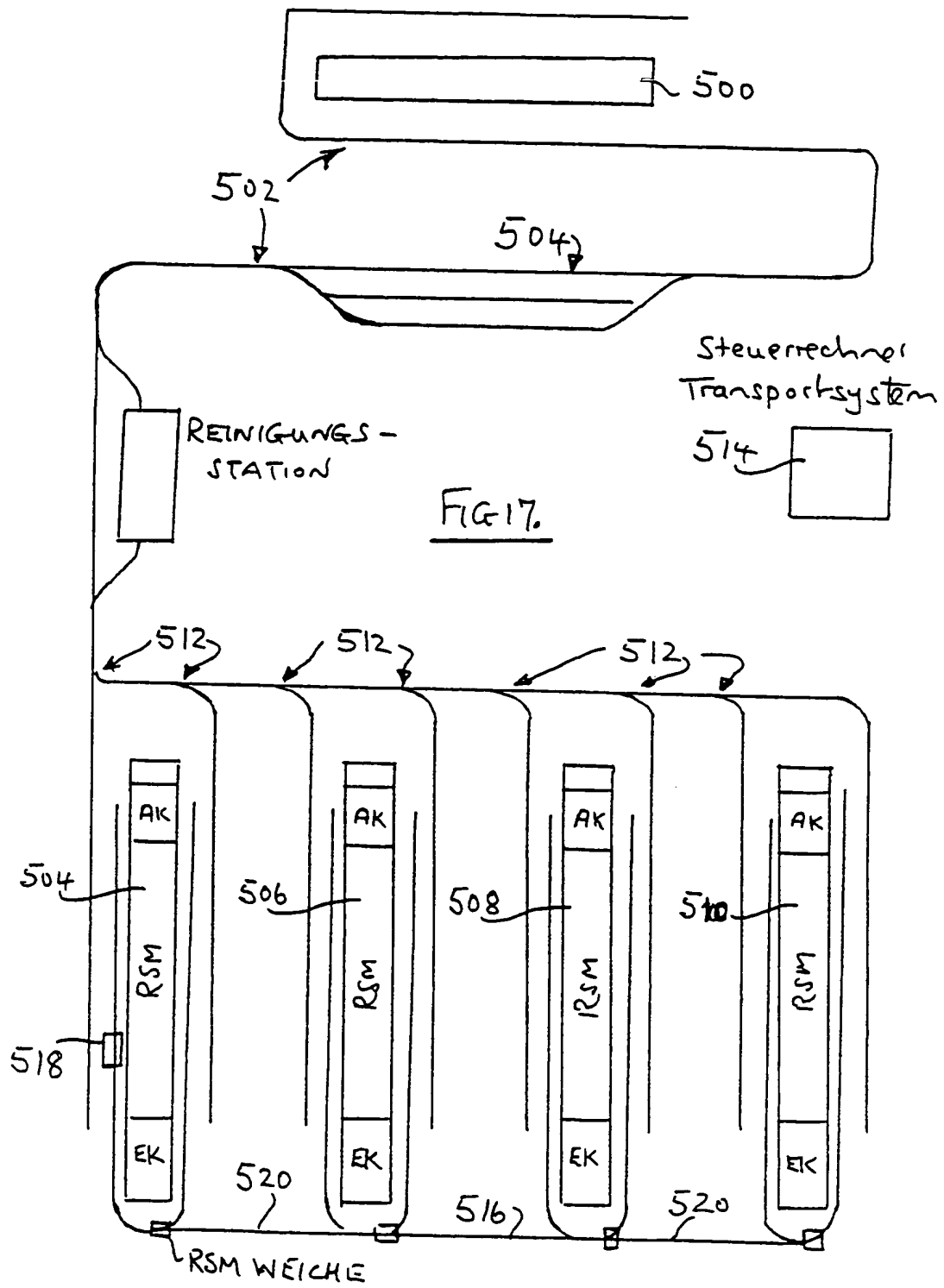


FIG. 18

15/18



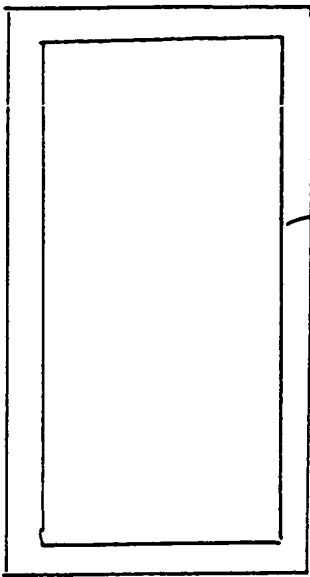


FIG. 20 A

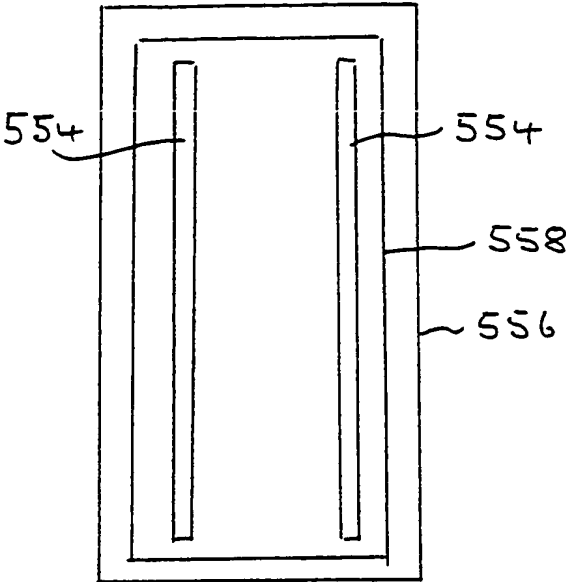
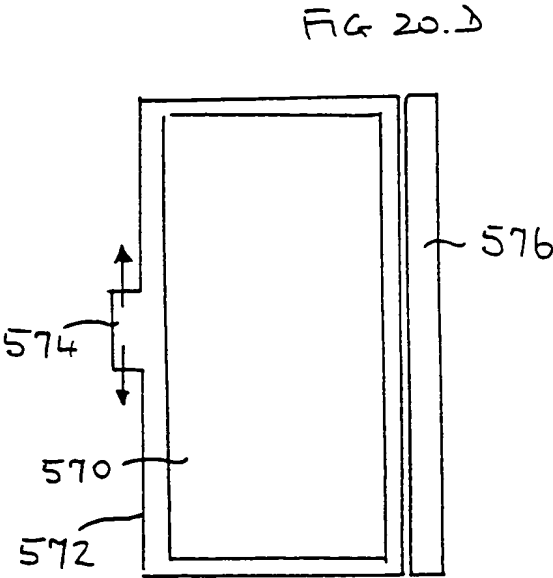
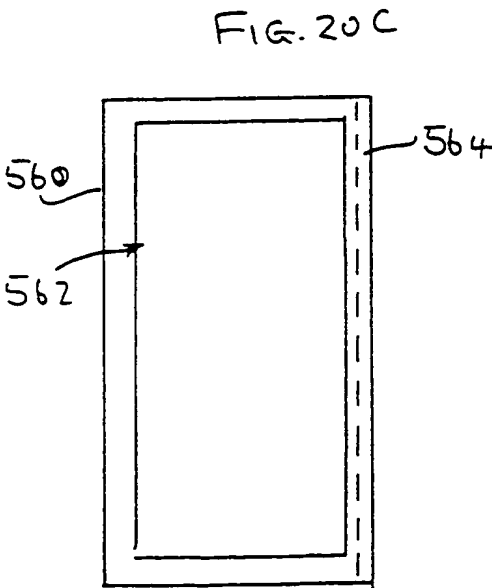
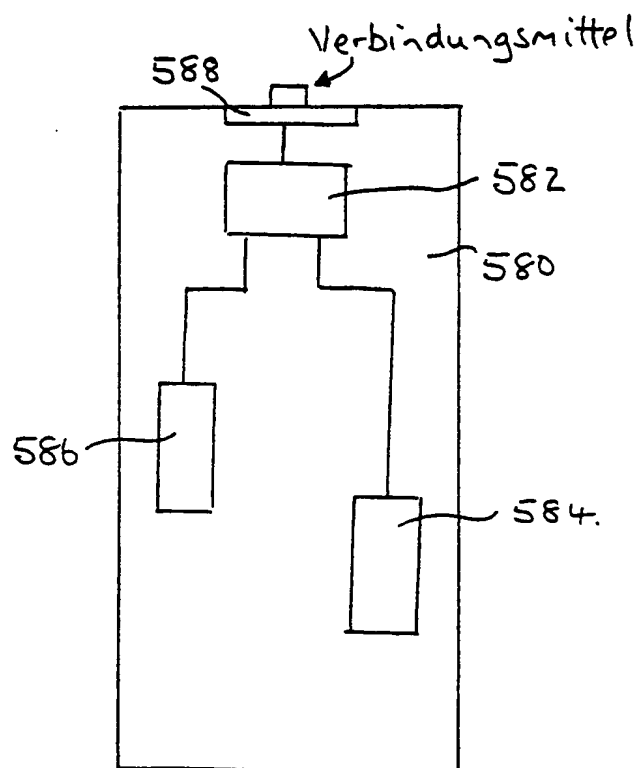
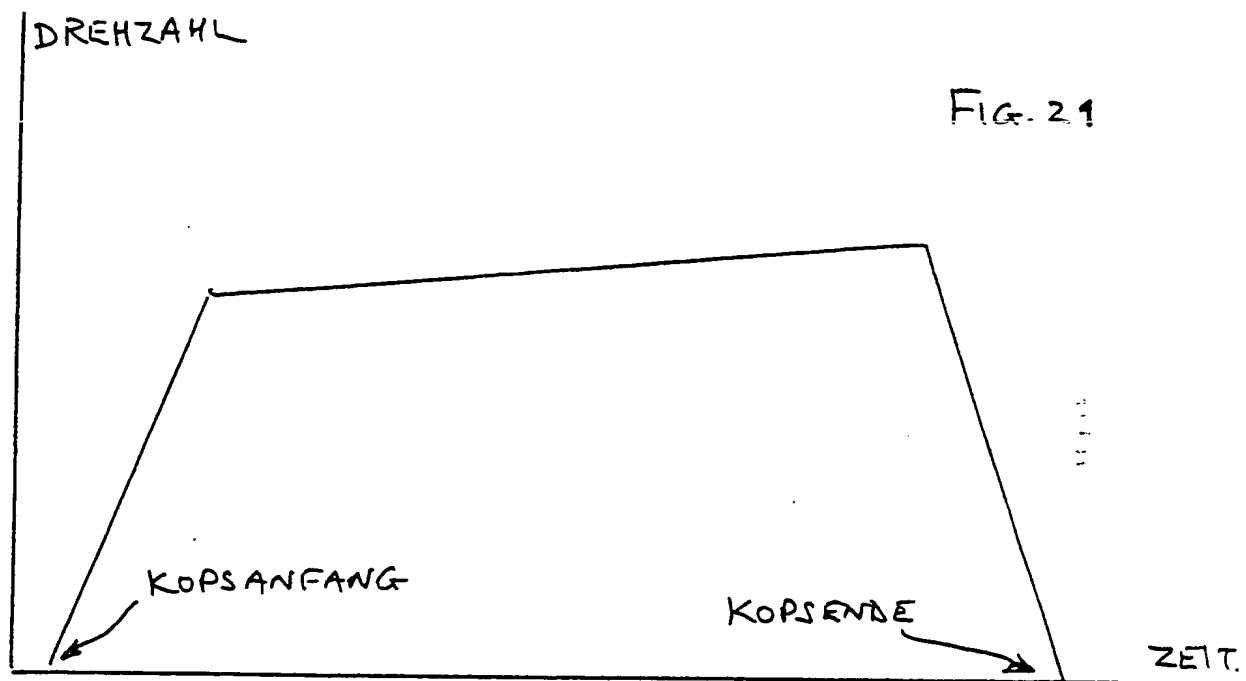


FIG. 20 B



18/18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/CH 92/00014

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁵ D 01 H 13/32		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁵ D 01 H; B 65 H		
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	MELLIAND TEXTILBERICHTE vol. 68, No. 11, November 1987, HEIDELBERG GERMANY pages 809-814; WILMS: 'Integration und Vernetzungsmöglichkeiten in der textilen Fertigung durch CIM' (cited in the application)	1,7-13
A	-- MELLIAND TEXTILBERICHTE vol. 68, No. 11, November 1987, HEIDELBERG, GERMANY pages 805-808; EGBERS ET AL.: 'Integrierte Informationsverarbeitung als Instrument der Unternehmensführung' (cited in the application)	1,7-13
A	-- EP, A, 0389849 (RIETER) 3 October 1990 (cited in the application), see the whole document	1,7-13
A	-- DE, A, 3906508 (MURATA KIKAI) 14 September 1989 (cited in the application), see the whole document	1,7-13
	--	
	./.	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
24 March 1992 (24.03.92)		3 April 1992 (03.04.92)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	EP, A, 0365901 (ZELLWEGE USTER) 2 May 1990 (cited in the application), see the whole document	1,7-13
A,P	EP, A, 0410429 (RIETER) 30 January 1991 (cited in the application) see the whole document	1,7-13
A,P	DE, A, 3928831 (SCHLAFHORST) 7 March 1991 (cited in the application) see the whole document	1,7-13

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

CH 9200014
SA 55325

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 24/03/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0389849	03-10-90	DE-A- 3910181 JP-A- 3033231	04-10-90 13-02-91
DE-A-3906508	14-09-89	JP-A- 1221524 US-A- 5046013	05-09-89 03-09-91
EP-A-0365901	02-05-90	JP-A- 2163266	22-06-90
EP-A-0410429	30-01-91	DE-A- 3924779 JP-A- 3167324	31-01-91 19-07-91
DE-A-3928831	07-03-91	None	

EPO FORM P0079

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 D01H13/32

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff⁷

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	D01H ;	B65H

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹

Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	MELLIAND TEXTILBERICHTE Bd. 68, Nr. 11, November 1987, HEIDELBERG GERMANY Seiten 809 - 814; WILMS: 'Integration und Vernetzungsmöglichkeiten in der textilen Fertigung durch CIM' in der Anmeldung erwähnt ---	1,7-13
A	MELLIAND TEXTILBERICHTE Bd. 68, Nr. 11, November 1987, HEIDELBERG, GERMANY Seiten 805 - 808; EGBERS ET AL.: 'Integrierte Informationsverarbeitung als Instrument der Unternehmensführung' in der Anmeldung erwähnt ---	1,7-13

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
24. MAERZ 1992	03. 04. 92
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
EUROPAISCHES PATENTAMT	RAYBOULD B.D.J. <i>Raybould</i>

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 389 849 (RIETER) 3. Oktober 1990 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1,7-13
A	DE,A,3 906 508 (MURATA KIKAI) 14. September 1989 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1,7-13
A	EP,A,0 365 901 (ZELLWEGER USTER) 2. Mai 1990 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1,7-13
A,P	EP,A,0 410 429 (RIETER) 30. Januar 1991 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1,7-13
A,P	DE,A,3 928 831 (SCHLAFHORST) 7. März 1991 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1,7-13

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

CH 9200014
SA 55325

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 24/03/92.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24/03/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0389849	03-10-90	DE-A- 3910181 JP-A- 3033231	04-10-90 13-02-91
DE-A-3906508	14-09-89	JP-A- 1221524 US-A- 5046013	05-09-89 03-09-91
EP-A-0365901	02-05-90	JP-A- 2163266	22-06-90
EP-A-C 110429	30-01-91	DE-A- 3924779 JP-A- 3167324	31-01-91 19-07-91
DE-A-3928831	07-03-91	Keine	

EPO FORM P073

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.